1976

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Dortmund · Darmstadt · Berlin

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense, Gerhard Eichhorn und Helmar Frank

Band 17 · Heft 1
März 1976
Kurztitel: GrKG 17/1

INHALT

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft“, die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren,* und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen,* einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
D-479 Paderborn, Riemekestraße 62
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 3 20 90

Die GrKG erscheinen in der Regel mit einer Knapptextbeilage in Internationaler Sprache mit dem Titel „Homo kaj Informo“.

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG, D-3 Hannover 81, Zeißstraße 10

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 36 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 7,40 — Jahresabonnement DM 29,60 (jeweils zuzüglich Postgebühren und MWSt.).

Abbestellungen von Jahresabonnements nur bis einen Monat vor Jahresende.

Lehrzielauswahl bei Lernzeitbegrenzung

von Klaus WELTNER, Frankfurt

aus dem Institut für Didaktik der Physik der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/Main

1. *Problemstellung*

Bei der Planung von Lehrgängen, Studienplänen, Kursen und Veranstaltungen wird zunächst eine Liste der Lehrziele aufgestellt. In der Regel ergibt sich dann ein Entscheidungs- und Auswahlproblem, weil die zur Verfügung stehende Lernzeit begrenzt ist und nicht ausreicht, alle wünschenswerten Lehrziele zu erreichen. Durch das hier zu beschreibende Verfahren soll die Diskussion und Durchführung derartiger Lehrzielreduktionen erleichtert und rationalisiert werden. Dabei geht es vor allem auch darum, die Entscheidungen normativen Charakters zu isolieren und von jenen Problemen zu trennen, für die quantitative Behandlungsmethoden entwickelt werden können. Die einzelnen Lehrziele sind charakterisiert durch ein normativ festzulegendes Gewichtsmaß für ihre Bedeutung und durch einen Lernaufwand, der empirisch als Lernzeit bestimmt werden kann. Eine unmittelbare Auswahl der Lehrziele nach dem Kriterium größtes Lehrzielgewicht bei kleinster Lernzeit ist wegen der Abhängigkeit der Lehrziele voneinander nicht durchführbar. Es läßt sich zeigen, daß ein effektiver Lernnutzen angegeben werden kann, der als Quotient aus der Summe der Lehrzielgewichte und der Summe der Lernzeiten aller logisch vorausgehenden Lehrziele bestimmt wird. Darauf läßt sich ein Iterationsverfahren aufbauen, mit dessen Hilfe schrittweise zusammenhängende Lehrsequenzen nach fallendem effektiven Lernnutzen ausgewählt werden können.

2. *Bestimmung von Lehrzielgewichten*

Das Lehrzielgewicht ist ein Maß für die Bedeutung und den Nutzen des Lehrziels für die spätere Berufsausübung oder für spätere Studien. Die Bestimmung der Lehrzielgewichte — hinfort kurz Gewichte genannt — ist ein normativer Vorgang. In der Praxis werden diese Gewichte von jenen Entscheidungsinstanzen geschätzt werden müssen, die den Lehrgang planen. Dabei wäre es zweckmäßig, auch jene Gruppen zu beteiligen, die die Berufe repräsentieren, für die der Lehrgang qualifizieren soll. Ein abkürzendes Verfahren wäre es, als Gewichte die den einzelnen Lehrzielen zugeordneten Punktwerte in Abschlußprüfungen zu nehmen. Das ist jedoch nur dann zu vertreten, wenn diese Punktwerte ihrerseits im Hinblick auf die spätere Berufsausübung festgelegt wurden. (Für Studenten und Schüler ist oft das Bestehen der Prüfung höchstes Lernziel. In diesem Fall muß als Lehrzielgewicht der Punktwert in der Abschlußprüfung genommen werden. Dann führt das Verfahren zur Strategie der optimalen Prüfungsvorbereitung bei begrenzter Vorbereitungszeit.)

Die Schätzungen der Gewichte durch verschiedene Beurteiler sollen vergleichbar bleiben. Daher empfiehlt es sich, den Beurteilern noch die Zusatzbedingung aufzuerlegen, bei der Gewichtung einen für alle gleichen Mittelwert anzustreben. Dies kann leicht

erreicht werden, wenn jedem Beurteiler die Gesamtsumme der von ihm zu verteilenden Gewichte fest vorgegeben wird. (Es ist hilfreich, die Lehrziele auf Einzelkarten zu schreiben und eine Rangreihe nach fallendem Gewicht herzustellen. Dabei erleichtern Paarvergleiche die Beurteilung und die Übersicht. Als letzter Schritt kann dann die quantitative Zuordnung der Gewichte erfolgen.)

Lehrziele können Kenntnisse oder Fertigkeiten sein. Es vereinfacht die Betrachtung, wenn den Lehrzielen Lehrbuchabschnitte zugeordnet werden. Das ist unproblematisch, sofern die Lehrziele in der Kenntnis der entsprechenden Abschnitte bestehen und durch entsprechende Kontrollfragen überprüft werden können. Bestehen Lehrziele in der Erwartung, daß der Lernende Operationen beherrscht, die im Lehrbuch dargestellt wurden, muß dies als Zusatzbedingung angegeben werden. In diesem Sinne enthält der Lehrbuchabschnitt auch die Angabe von zu lösenden Problemklassen.

Nr.	Lektion, Abschnitt	Lehrziel-gewicht	Lernzeit in Stunden	Lernnutzen-faktor
1.	Funktion, Gerade, trig. Funktionen	10	3,3	3,0
2.	Potenzen, Logarithmus	9,5	2,6	3,7
3.	Differentialrechnung	9,5	4,4	2,2
4.	Integralrechnung	9,2	5,1	1,8
5.	Vektoren	9,4	2,5	3,7
6.	Vektormultiplikation	9,0	2,8	3,2
7.	Taylorreihen	3,6	3,7	1,0
8.	Komplexe Zahlen	5,6	2,2	2,5
9.	Differentialgleichungen	6,5	5,7	1,1
10.	Funktionen mehr. Veränd.	5,4	3,6	1,5
11.	Partielle Ableitung, Gradient	4,1	4,1	1,0
12.	Mehrfachintegrale	3,5	3,6	1,0
13.	Linienintegrale	4,4	3,5	1,3
14.	Oberflächenintegrale	2,7	3,8	0,7
15.	Divergenz, Rotation	1,0	5,0	0,2
16.	Koordinatentransform. und Matrizen	2,5	2,6	1,0
17.	Determinanten	2,5	3,4	0,7
18.	Wahrscheinlichkeitsrechnung	6,0	3,1	2,0
19.	Wahrscheinlichkeitsverteilung	5,0	3,6	1,4
20.	Fehlerrechnung	5,5	3,7	1,5
21.	Wellengleichungen	3,2	3,3	1,0
22.	Fourierreihen	1,2	3,3	0,4

Bild 1

Als Beispiel sind in Bild 1 die Gewichte der Abschnitte eines Mathematikkurses für Lehramtskandidaten der Sekundarstufe I dargestellt. In unserem Fall wurden als

Gewichte Zahlenwerte zwischen 0 und 10 benutzt. (Die Bestimmung der Gewichte setzt eine homogene Zielpopulation voraus. Besonders betont sei noch einmal, daß die Bestimmung der Gewichte sich nach dem Nutzen der Lehrziele für die Anwendung *außerhalb* des Kurses bezieht.)

Der Beurteilung wurden Abschnitte zugrunde gelegt, die in sich geschlossen waren und eine vergleichbare Lernzeit haben. Die in der Tabelle angegebenen Lernzeiten sind gemessene Mittelwerte für Studienanfänger.

Die Angabe der Gewichte ist, wie gesagt, eine normative Setzung. Die Gewichte verschiedener Beurteiler können zufällig, aber auch wegen grundsätzlich verschiedener Auffassungen und Normen voneinander abweichen. Solange ein Konsens bei der Festlegung von Lehrzielgewichten nicht herbeigeführt ist, ist eine rationale Lösung des Problems der Lehrzielreduktion bei Zeitbegrenzung nicht möglich. (Zum Problem der Entscheidungsproblematik siehe auch Frey, 1971, Flechsig, 1970 und Frank, 1974.) Deutlich tritt hier hervor, daß die Festlegung der Lehrzielgewichte die kritische Aufgabe bei der Planung von Lehrgängen und Versuchen zur Studienreform ist.

3. *Kohärenz des Lehrstoffs*

Bei mathematischen und physikalischen Lehrstoffen – und nicht nur bei diesen – hängen die Lehrziele voneinander ab. So ist die Kenntnis eines bestimmten Abschnittes oder einer Operation oft die logische Voraussetzung für die Bearbeitung eines neuen Kapitels.

Die logischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Lehrzielen lassen sich in einem Kohärenzdiagramm graphisch darstellen. Bild 1 zeigt das Kohärenzdiagramm des Lehrbuchs ‚Mathematik für Physiker', bei dessen Abfassung dieses Verfahren entwickelt wurde (vgl. Weltner, 1975; der Begriff Kohärenzdiagramm ist erläutert in Weltner, 1970. Zur Anordnung von Lehrbegriffen in Lehrprogrammen siehe auch Lánský, 1970 und Weltner, 1974). Das Kohärenzdiagramm repräsentiert eine Halbordnung. Die Reihenfolge, in der die Abschnitte bearbeitet werden können, ist eingeschränkt. Die Menge der zulässigen Reihenfolgen heißen natürliche Reihenfolgen.

4. *Lernnutzenfaktor*

Die entscheidende Aufgabe ist es, ein quantitatives Auswahlkriterium für die zu lernenden Abschnitte zu bilden. Dabei sind Gewicht und Lernzeit zu berücksichtigen. Wir definieren einen Lernnutzenfaktor als Quotienten aus Lehrzielgewicht und Lernzeit. Für unser Beispiel ist der Lernnutzenfaktor in der Tabelle (Bild 1) mit aufgeführt.

Es liegt nahe, die Liste der Abschnitte (Lehrziele) in eine Rangreihe fallenden Lernnutzens zu bringen. Dann könnten bei eingeschränkter Lernzeit die Abschnitte aus-

gewählt werden, die bearbeitet werden können. Leider ist dies der Kohärenz des Lehrstoffs wegen jedoch nicht zulässig.

Ein Abschnitt, der innerhalb des Kohärenzdiagramms angeordnet ist, ist durch diesen Lernnutzenfaktor nicht sachgerecht gekennzeichnet. Es wird nicht berücksichtigt, daß alle logisch vorausgehenden Abschnitte vorher gelernt werden müssen. Es muß eine andere Lernzeit eingesetzt werden. Weiter ergibt sich auch, daß mit vorhergehendem Lernen auch die Gewichte anders angesetzt werden müssen. Eine brauchbare Lösung erhalten wir jedoch, wenn wir einen Abschnitt innerhalb des Kohärenzdiagramms durch einen *effektiven Lernnutzen* charakterisieren.

Bei diesem effektiven Lernnutzen wird die Summe der Gewichte und die Summe der Lernzeiten aller voraussetzenden Abschnitte berücksichtigt. Als formale Definition des effektiven Lernnutzens für den Abschnitt j gilt dann:

$$L_{j\,\text{eff}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_i\,\delta_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} t_i\,\delta_{ij}} \qquad \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{wenn } i \text{ Voraussetzung für } j \text{ oder } i = j. \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

In Bild 2 ist im Kohärenzdiagramm der effektive Lernnutzen für die einzelnen Abschnitte rechts neben den Knoten eingetragen.

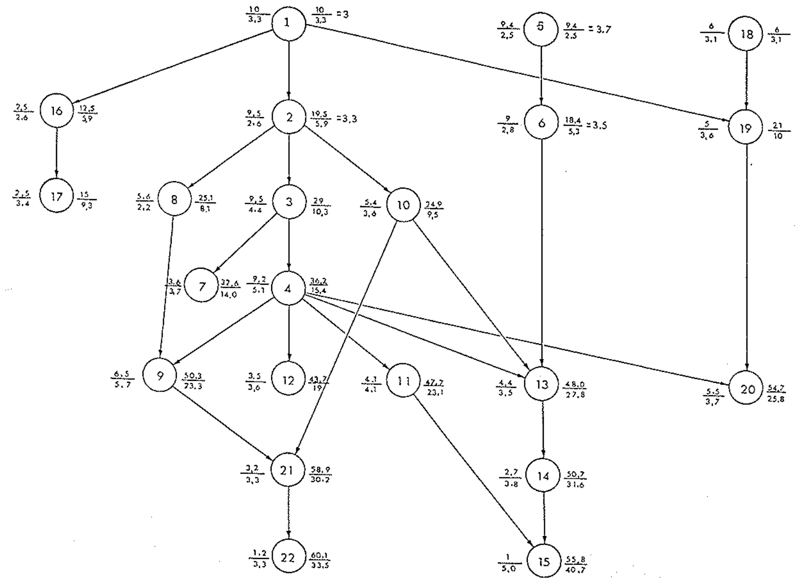


Bild 2: Kohärenzdiagramm Mathematik für Physiker
Knotennummer = Nummer der Lektion nach Bild 1
Quotient links: Lernnutzen
Quotient rechts: effektiver Lernnutzen

5. *Iterationsverfahren für die Auswahl der Lehrziele*

Zunächst wird der Abschnitt mit dem größten Lernnutzen ausgewählt. Je nach der Stellung des Abschnitts innerhalb des Kohärenzdiagramms ist damit eine erste Lernsequenz festgelegt. Sie enthält mindestens einen Abschnitt, höchstens alle Abschnitte.

Für den nächsten Iterationsschritt muß der effektive Lernnutzen für die verbleibenden Elemente neu berechnet werden. Die Abschnitte der ersten Sequenz werden als gelernt betrachtet. Formal bedeutet dies, daß ihre Lernzeiten und Gewichte verschwinden. Als 2. Iterationsschritt wird wieder der Abschnitt mit günstigstem effektiven Lernnutzenfaktor ausgewählt. Die Weiterführung ist unmittelbar evident. Das Bild 3 zeigt den Stand nach dem 8. Iterationsschritt.

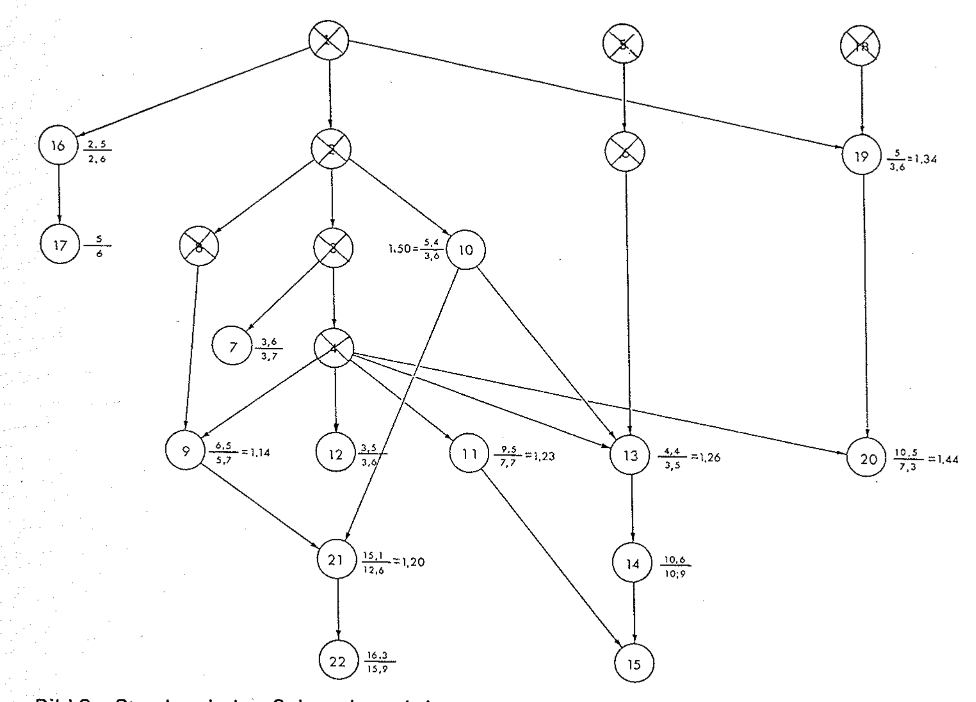


Bild 3: Stand nach dem 8. Iterationsschritt
Bisher ausgewählt: 5, 6, (1, 2,) 8, 3, 4, 18, 10
Jetzt kommen hinzu: (19, 20)

Als Ergebnis der Iteration gewinnen wir eine Reihenfolge der Lehrbuchabschnitte nach fallendem effektiven Lernnutzen. In Bild 4 ist der Verlauf des Lernnutzens über den Abschnitten dargestellt. Mit wachsender Lernzeit nimmt der Lernnutzen ab. Es werden dann auch diejenigen Abschnitte behandelt, deren spätere Bedeutung geringer eingeschätzt wird.

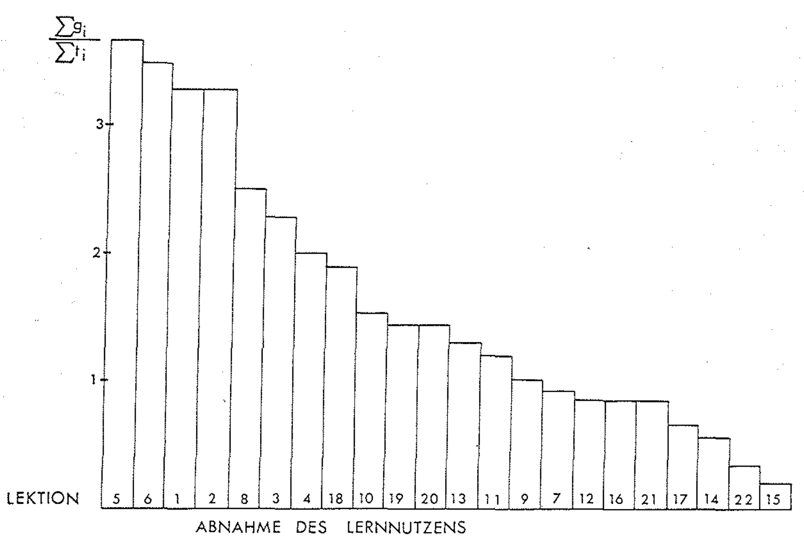


Bild 4:

Eine übersichtliche Darstellung des Ergebnisses gewinnen wir, wenn die Reihenfolge der Abschnitte in einem Gewicht-Lernzeit-Diagramm dargestellt wird (Bild 5). Je nach gegebener Zeit können wir unmittelbar ablesen, welche Abschnitte gelernt werden können und welchen Gewichten dies entspricht. Sind bestimmte Abschnitte als unverzichtbar vorgegeben, kann abgelesen werden, welche Mindestlernzeit angesetzt werden muß.

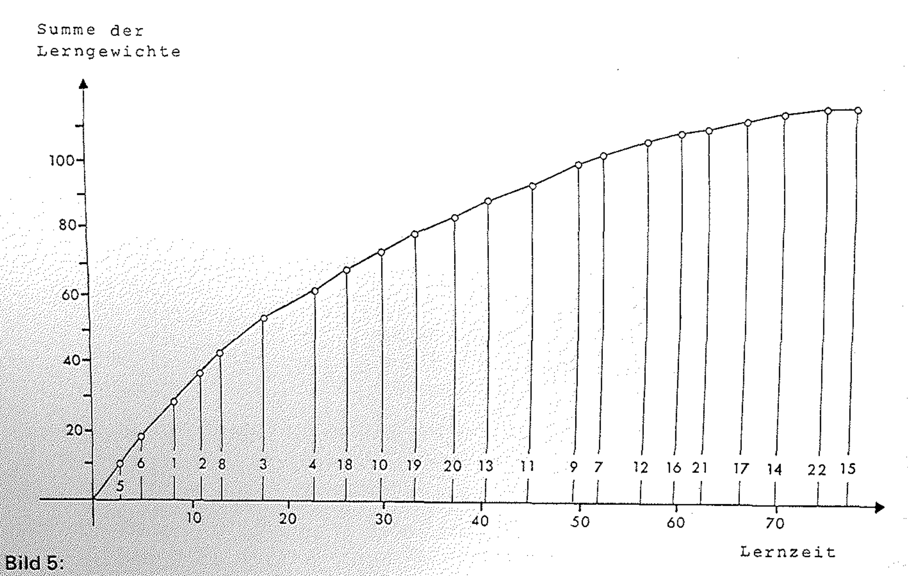


Bild 5:

Ein Sonderproblem tritt auf, wenn die vorgegebene Lernzeit nicht ausreicht, den ersten Iterationsschritt durchzuführen. In diesem Fall sind die effektiven Lernnutzen nach fallenden Werten zu ordnen und der höchste Wert zu nehmen, dessen zugeordnete Lernzeit innerhalb der Zeitbegrenzung bleibt. (Bei der praktischen Anwendung verschwindet diese Problematik oft durch hinreichend feine Einteilung der Lehrziele. Im übrigen ist zu bedenken, daß die Lernzeiten individuell streuen und keine sehr scharfen Werte darstellen. Mathematisch führt das dargestellte Verfahren nur dann zu exakten Lösungen, wenn die Lernzeit den diskreten Werten des Bildes 5 entspricht.)

Das Verfahren kann entarten, wenn der letzte Abschnitt alle anderen voraussetzt. Hat allein dieser letzte Abschnitt ein von 0 abweichendes Gewicht, während die vorauszusetzenden Abschnitte das Gewicht 0 haben, muß entweder der gesamte Kurs gelernt werden, oder es ist sinnlos anzufangen.

6. *Erweiterung des Verfahrens*

Das beschriebene Verfahren kann und muß an zwei Stellen erweitert werden.

1. Erweiterung: Bei der Betrachtung des dargestellten Beispiels drängt sich die Frage auf, ob eine logische Verbindung im Kohärenzdiagramm immer bedeutet, daß das vorausgehende Kapitel vollständig gelernt werden muß, um das folgende zu verstehen. Es ist unmittelbar evident, daß dies im angeführten Beispiel sicher nicht immer der Fall ist. Dann aber gehen in die Bestimmung des effektiven Lernnutzens für ein Lehrziel Teilabschnitte ein, die nicht berücksichtigt zu werden brauchten. Dies Problem löst sich, wenn zu kleineren Einheiten übergegangen wird. Die Durchführung des Verfahrens wird dadurch zwar erschwert, aber es treten keine theoretischen Implikationen auf. Werden EDV-Anlagen benutzt, kann die Unterteilung beliebig fein gemacht werden und bis hinunter zu den Einzelbegriffen geführt werden.

2. Erweiterung: Bisher wurde angenommen, daß im Rahmen des Lehrgangs ein Lehrziel vollständig oder gar nicht erreicht wurde. Das ist insofern zu undifferenziert, als bei den einzelnen Lehrzielen durchaus angegeben werden muß, ob passives Verständis oder aktive Anwendung gemeint ist. Auch der Sicherheitsgrad, mit dem Operationen beherrscht werden müssen, kann in einem erheblichen Bereich variieren. Oft genügt es, das Prinzip verstanden zu haben, wobei die Lösungswahrscheinlichkeit für konkrete Aufgaben recht gering ist, oft ist jedoch eine an Sicherheit grenzende Lösungswahrscheinlichkeit Voraussetzung. Dazu gehören oft Rechentechniken, die überlernt sein müssen. Hier ist nun zu berücksichtigen, daß nicht von vornherein ein linearer Zusammenhang zwischen Lernzeit und dem Grad der Beherrschung eines Abschnittes (gemessen in Lösungswahrscheinlichkeiten entsprechender Kontrollaufgaben) besteht. So wird der Lernaufwand häufig bei steigendem Anspruch an die Beherrschungssicherheit überproportional zunehmen. Die hier entstehende Problematik kann aufgefangen werden, wenn ein Lehrziel (Abschnitt) in zwei im Sinne des Kohärenzgraphen selbständige Lehrziele aufgespalten wird, wobei jeweils getrennte Gewichte

und Lernzeiten ausgewiesen werden. Dann ist es möglich, daß logisch abhängige Lehrziele entweder nur die eine leichtere Form oder beide voraussetzt.

Schrifttum

Flechsig, K.-H. u.a.: Probleme der Entscheidung über Lernziele, in: Programmiertes Lernen, Unterrichtstechnologie und Unterrichtsforschung, Heft 1, 1970, S. 1–32

Frank, H.: Ein Ansatz zu einer kybernetisch-pädagogischen Lehrplanungstheorie, in: Neue Unterrichtspraxis, Heft 6, 1974, S.340–347

Frey, K.: Theorien des Curriculums, Weinheim, 1971

Lansky, M.: Verbal – Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm, in: Rollett, B. / Weltner, K.: Perspektiven des programmierten Unterrichts, Wien, 1970

Weltner, K.: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft, Quickborn, 1970

Weltner, K.: Lernen im Zusammenhang – ein Versuch zur Bestimmung optimaler Lehrstoffanordnungen, in: GrKG, Heft 4, 1974

Weltner, K. (Hrsg.): „Mathematik für Physiker – Basis für das Grundstudium der Experimentalphysik", Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1975; 2 Bände Lehrbuch, 3 Bände Leitprogramme

Eingegangen am 4. September 1975

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus Weltner, Taunusstr. 63B, 6200 Wiesbaden

Versuch einer mathematischen Analyse des Anschütz-Diagramms

von Rainer HILGERS, Paderborn

aus dem FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik, Paderborn (Direktor: Prof. Dr. Helmar Frank)

Ausgangslage

Als ein geeignetes Darstellungsmittel für viele Aspekte von Lehrprogrammen des Skinnertyps hat sich das (m,i)-Diagramm nach Anschütz (1965) durchgesetzt. Anschütz numeriert die als Hauptträger der semantischen Information des Lehrprogramms anzusprechenden Wörter (sog. „Basalwörter") in der Reihenfolge ihres Auftretens und trägt sie als eine Menge von Ordinatenwerten zur jeweiligen Nummer des Lehrschritts auf. Die größte unter den Nummern der in Lehrschritt i auftretenden Basalwörter wird mit $y(i)$ bezeichnet. Die Regressionsgerade zur Punktmenge

$$\{(i, y(i)) \mid i = 1,2,...\}$$

d.i.

$$m(i) = m_0 + v \cdot i$$

wird als „Vorderkante" bezeichnet; ihr Anstieg v (der sog. „Begriffsfortschritt") gibt intuitiv ein erstes Maß der Schwierigkeit des Lehrprogramms her.

Ist weiter z die durchschnittliche Zahl von Begriffen pro Lehrschritt, so nennt Anschütz die Größe

$$\rho =_{Df} \frac{z-v}{z}$$

„Begriffsredundanz". (Nach Anschütz soll es sich dabei um den mittleren Anteil „redundant erwähnter" Begriffe im Lehrprogramm handeln. Im streng mathematischen Sinne ist dieses natürlich nicht korrekt, da schon v und z auf dem Wege der Durchschnittsbildung ermittelt wurden. Im allgemeinen ist der Quotient von Mittelwerten durchaus verschieden vom Mittelwert der beobachteten Quotienten.) Bei üblichen Lehrprogrammen scheint ρ zwischen 0.75 und 0.95 zu liegen.

Gegen den linearen Ansatz für die Vorderkante wie gegen die vorausgesetzte konstante Lehrschrittlänge (die sich in der Berechtigung einer Durchschnittszahl z äußert) sind schon frühzeitig (z.B. von Frank, 1969) zahlreiche Einwände erhoben worden. Es wurde argumentiert, daß der Begriffsfortschritt im Einführungsteil eines Lehrprogramms in der Regel größer ist als in dem sich anschließenden Übungsteil. Ferner müsse sich der Begriffsfortschritt in einen erkennbaren Zusammenhang mit der Psychostruktur des Adressaten bringen lassen. Die Formaldidaktik ALSKINDI (Arlt, 1970) führt durch die Einführung eines Wurzelexponenten S und durch die Forderung

$$p_i(t) \geqslant \sqrt[S]{\frac{h(t)}{h_{max}}} \cdot p_{soll}{}^{(i)}$$

für alle zum Zeitpunkt t schon eingeführten Basalwörter i zu einer k o n k a v e n Vorderkante $h(t)$. (Im Falle g l e i c h e r Vorkenntnis- und Sollwerte p_0 bzw. p_{soll} läßt sich dieses leicht durch zweimalige implizite Differentiation der Gleichung

$$\left[\frac{1-(1-p_0)\,(1-a)^{\frac{t}{h(t)}}}{p_{soll}}\right]^S - \frac{h(t)}{h_{max}} = 0$$

beweisen.)

Die bisher rein empirisch begründeten Begriffe der Vorderkante, des Begriffsfortschritts und der Begriffsredundanz sollen in der folgenden Arbeit durch einen neuartigen Modellansatz in Beziehung gesetzt und auf den nichtlinearen Fall ausgedehnt werden. Dabei wird auch ein interessanter Anknüpfungspunkt an den geläufigen Parameter Lernwahrscheinlichkeit sichtbar.

Modellentwurf

Unter einem Zeitpunkt werden wir das Ende eines bestimmten Lehrschritts verstehen. Wir wollen weiterhin mit $h(t)$ die Zahl der zum Zeitpunkt t insgesamt eingeführten Basalwörter bezeichnen. T sei der Umfang des Lehrprogramms gemessen in Lehrschritten. Dann ist

$$h:\ \{1,\ldots,T\} \rightarrow \mathbb{N}$$

ursprünglich eine diskrete Funktion. Wir können h jedoch mit einem Fehler, der beliebig klein gehalten werden kann, durch eine stetig differenzierbare und streng monoton wachsende reellwertige Funktion g auf dem Intervall $[0,T]$ gleichmäßig approximieren. Dabei darf $h(t) \leqslant g(t)$ verlangt werden. Zugleich ist g^{-1} dann eine Näherung für

$$\text{Einf}:\ \{1,\ldots,h_{max}\} \rightarrow \mathbb{N},$$

also derjenigen Funktion, welche den Einführungszeitpunkt $\text{Einf}(i)$ für das Basalwort i im Lehrprogramm angibt. Da in ein und demselben Lehrschritt mehrere Basalwörter neu eingeführt werden können, gilt streng

$$h(\text{Einf}(i)) \geqslant i.$$

Jedes Basalwort muß vom Zeitpunkt seiner Ersteinführung ab noch etliche Male wiederholt werden, bis die vom Lehrziel vorgeschriebene Wahrscheinlichkeit besteht, daß dieses Basalwort als gelernt zu betrachten ist. Es ist natürlich anzunehmen, daß die Möglichkeit einer Wiederholung in jedem nachfolgenden Lehrschritt besteht, daß aber die Wahrscheinlichkeit derselben im Laufe der Zeit absinkt. Wir machen den Ansatz

$$p(i,t) = \begin{cases} \exp(-\lambda_i(t-\text{Einf}(i))) & \text{für } t \geqslant \text{Einf}(i) \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$p(i,t)$ ist also die Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Lehrsystem im Lehrschritt mit der Nummer t das Basalwort i verwendet, $\lambda_i > 0$ ist eine Zerfallskonstante. Innerhalb eines bestimmten Lehrschrittes zählt man jedes Basalwort aus informationspsychologischen Gründen auch bei mehrmaligem Auftreten nur einfach. Die zu erwartende Zahl der Wiederholungen des i-ten Basalwortes ist dann

$$\begin{aligned} \overline{w_i} &= \sum_{t=1}^{T} p(i,t) \\ &= \sum_{t=\text{Einf}(i)}^{T} \exp(-\lambda_i(t-\text{Einf}(i))) \\ &= \sum_{t=0}^{T-\text{Einf}(i)} e^{-\lambda_i t} \\ &= \frac{1-e^{-\lambda_i(T-\text{Einf}(i)+1)}}{1-e^{-\lambda_i}} \end{aligned}$$

Bedient sich das Lehrsystem eines einfachen Alles-oder-nichts-Modells vom Adressaten, dann wird das i-te Basalwort im Mittel nach $\frac{1}{a_i}$ Wiederholungen gelernt. Die Anschütz-protokolle iterativer Lehralgorithmen enthalten daher in der i-ten Zeile etwa $\frac{1}{a_i}$ Markierungen. Aber auch bei streng linearen Lehrprogrammen, die intuitiv, also keinem explizit formulierten didaktischen Algorithmus folgend erstellt sind, läßt sich der Ansatz $\overline{w_i} = \frac{1}{a_i}$ rechtfertigen. Denn werden die Basalwörter zu selten (zu häufig) wiederholt, ist das Programm unwirksam (resp. verstößt es gegen das Prinzip ökonomischer Zeitnutzung, vgl. Hilgers, 1973). D.h.

$$\begin{aligned} a_i &= \frac{1-e^{-\lambda_i}}{1-e^{-\lambda_i(T-\text{Einf}(i)+1)}} \\ &= 1-e^{-\lambda_i} + o\left(\frac{1}{T}\right) \quad \left(f(x) = o(x) \text{ ist das Landausche Symbol mit der Bedeutung } \lim_{x\to 0} \frac{f(x)}{x} = 0. \right) \end{aligned}$$

Unter der Annahme, daß das Lehrprogramm hinreichend lang ist und die Basalwörter etwa gleich schwierig sind, dürfen wir vereinfachend alle Zerfallskonstanten gleichsetzen und

$$a_i = \lambda_i \equiv \lambda$$

annehmen.

Eine Funktionalgleichung für die Vorderkante

Wir verallgemeinern die Begriffsbildung bei Anschütz derart, daß wir anstelle eines Durchschnittswertes z für die Zahl der Basalwörter pro Lehrschritt eine Funktion $f(t)$ betrachten, die den Erwartungswert für die Anzahl der Basalwörter zum Zeitpunkt t angibt. Wir lassen also beispielsweise zu, daß ein Lehrschritt gegen Ende des Lehrprogramms durchschnittlich weniger Nichttrivialwörter enthält als am Anfang. Diese Situation ist umso mehr denkbar, als ja der Lehrprozeß selbst bewirkt, daß Wörter, die anfangs noch als Basalwörter zu gelten haben, dem Adressaten später geläufig sind.

$f(t)$ steht in einem einfachen Zusammenhang mit den Auftrittswahrscheinlichkeiten der Basalwörter; es gilt nämlich

$$f(t) = \sum_{i=1}^{h_{max}} p(i,t) = \sum_{i=1}^{h(t)} \exp(-\lambda(t-\mathrm{Einf}(i)))$$

Wir bedienen uns nun der im voraufgegangenen Abschnitt diskutierten Näherung $g(t)$ und schreiben in Integralform

$$f(t) \approx \int_0^{g(t)} \exp(-\lambda(t-g^{-1}(x)))\,dx$$

$$= \int_{g^{-1}(0)}^{t} \exp(\lambda(u-t))\,g'(u)\,du$$

nach Anwendung der Substitution $x = g(u)$

$$= \Big[\exp\lambda(u-t)\,g(u)\Big]_{g^{-1}(0)}^{t} - \lambda\int_{g^{-1}(0)}^{t} \exp\lambda(u-t)\,g(u)\,du$$

nach partieller Integration

$$= g(t) - \lambda\int_{g^{-1}(0)}^{t} \exp(\lambda(u-t))\,g(u)\,du$$

Die Funktion g erfüllt also eine Volterrasche Integralgleichung erster Art

$$g(t) = f(t) + \lambda\int_{g^{-1}(0)}^{t} \exp(\lambda(u-t))\,g(u)\,du,$$

die sich auf recht elementare Art durch Differentitation lösen läßt:

$$g'(t) = f'(t) + \lambda\left((-\lambda)\int_{g^{-1}(0)}^{t} \exp(\lambda(u-t))\,g(u)\,du + g(t)\right)$$

$$= f'(t) + \lambda f(t).$$

Integration liefert

$$g(t) = f(t) + \lambda\int_1^t f(x)\,dx + C$$

Im ersten Lehrschritt ist die Zahl der neu eingeführten Basalwörter offensichtlich identisch mit der Zahl der überhaupt schon eingeführten Basalwörter, so daß unsere Anfangsbedingung $g(1) = f(1)$ lauten muß. Daraus ergibt sich $C = 0$. Wir erhalten damit die Gleichung

$$g(t) = f(t) + \lambda\int_1^t f(x)\,dx.$$

Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund unserer letzten Gleichung besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Vorderkante $h(t) \approx g(t)$ des Lehrprogramms und der „Basalwortdichte", d.h. der mittleren Anzahl von Bedeutungselementen im Lehrschritt. Zu einem beliebig vorgegebenen Verlauf der Vorderkante ist der notwendige zeitliche Verlauf der Basalwortdichte theoretisch berechenbar. Der Ansatz führt auf eine lineare Differentialgleichung erster Ordnung mit konstanten Koeffizienten für $f(t)$. Andererseits kann man, wenn $f(t)$ bekannt ist, die resultierende Vorderkante $g(t)$ und den Begriffsfortschritt $g'(t)$ angeben.

Wir zeigen, in welchem Sinne die vorgestellten Ergebnisse den Ansatz von Anschütz verallgemeinern. Es sei $f(t) = z \in \mathbb{R}$ eine konstante Funktion. Dann gilt

$$g(t) = z + \lambda\int_1^t z\,dx = z(1-\lambda) + \lambda z t.$$

Die Vorderkante ist also eine Gerade wie von Anschütz beschrieben. Für den Begriffsfortschritt erhalten wir

$$v = \lambda z,$$

d.h.

$$\lambda = \frac{v}{z}.$$

Damit läßt sich für die Begriffsredundanz ρ schreiben

$$\rho = \frac{z-v}{z} = 1 - \frac{v}{z} = 1-\lambda.$$

Erinnern wir uns nun daran, daß wir im Falle von Alles-oder-nichts-Lernen die Zerfallskonstante λ als Lernwahrscheinlichkeit der Basalwörter interpretieren konnten. Dieses und die voraufgegangene Formel rechtfertigen den

Satz: Bei wirksamen Lehrprogrammen vom Anschütz-Typ ergänzen sich die Begriffsredundanz und die Lernwahrscheinlichkeit für die Nichttrivialwörter stets zu 1.

Der empirische Befund, daß die üblichen Werte von ρ zwischen 0.75 und 0.95 liegen, findet also eine überraschend einfache Begründung in dem (unabhängig davon ermittelten, vgl. Schiøtz-Hansen, 1974) Streubereich der Lernwahrscheinlichkeit von 0.05 bis 0.25.

Schrifttum

Anschütz, H.: Die Verteilung der Begriffe in Lehrprogrammtexten, Lehrmaschinen Bd. 3, S. 104–113

Arlt, W.: ALSKINDI – eine Formaldidaktik zur automatischen Erzeugung von linearen Lehrprogrammen, in: Rollett/Weltner (Hsg.), Perspektiven des programmierten Unterrichts, Wien 1969, S. 237–240

Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Padagogik, Agis, Baden-Baden 1969

Hilgers, R.: Ein Maß der Lernzeitnutzung bei Parallelschulung, GrKG 14/3, 1973, S. 67–71

Schiøtz-Hansen, A.: *w-t*-Didaktik, Tischvorlage für das 4. kybernetisch-pädagogische Werkstattgespräch, Dillingen 1974

Eingegangen am 1. Oktober 1975

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Math. R. Hilgers, FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik,
Rathenaustr. 69–71, 4790 Paderborn

Gleichgewicht und Stabilität beim zwischensprachlichen Informationsaustausch

von Claus LAMBERT, Darmstadt

1. *Einleitung*

Bei der Untersuchung des zwischensprachlichen Informationsaustausches auf dem Gebiet der programmierten Instruktion hat Frank (1970) gezeigt, daß man den verschiedenen Sprachregionen unterschiedliche Führungsgrade in dieser Disziplin zuordnen kann, die angeben, welche Prozentsätze an Forschungsergebnissen aus einem Sprachgebiet stammen. Dafür gilt die Gleichung

$$(1) \qquad f^*_\sigma = f_\sigma(t+\Delta t) = f_\sigma(t) \pm \Delta f_\sigma$$

Die Wahrscheinlichkeit für die Erlangung einer neuen Erkenntnis war mit den Führungsgraden verbunden durch Gleichung

$$(2) \qquad q_\varsigma = a_{\varsigma\varsigma}\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\vec{f}_\sigma = a_{\varsigma\varsigma}\sum_\sigma f_\sigma \frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}$$

Es ist nun zu untersuchen, welchen Bedingungen ein solches System genügen muß, damit es einen neuen Gleichgewichtszustand einnehmen kann. In Lambert (1975) sind bereits einige Bemerkungen über die Stabilität solcher Verbundsysteme gemacht worden, die hier durch eine Erörterung des Gleichgewichtsbegriffes und -zustandes ergänzt werden sollen.

2. *Einfaches Zweibereichsmodell*

Für jeden Führungsgrad f eines beliebigen Sprachgebietes ς wurden Gleichungen von der Form

$$(3) \qquad f^*_\varsigma = f_\varsigma(t+1) = \frac{1}{w_{\varsigma\varsigma}} f_\varsigma(t) + \frac{1}{w_{\sigma\varsigma}} f_\sigma(t)$$

abgeleitet. Man kann nun grob vereinfachend den Sachverhalt, der durch diese Gleichung (3) beschrieben wird, so ausdrücken, daß damit nur zwei Sprachräume zueinander in Beziehung gesetzt werden: das dem Autor eigene Sprachgebiet ς und alle anderen, für ihn fremdsprachlichen Bezirke zusammengefaßt als Sprachgebiet σ. Nimmt man ferner an, daß die zeitabhängigen Größen $f_i(t)$ in gleichlangen Zeitabständen, etwa Jahre, gemessen werden und beachtet man, daß die bei Frank (1970) definierten Führungsgrade den Fortschritt der Erkenntnis beinhalten, dann läßt sich Gleichung (3) auch so interpretieren: Der Fortschritt der Erkenntnis im Jahre $(t+1)$ wird auf die im eigenen und fremden Sprachraum gewonnenen Erkenntnisse im davor liegenden Jahr (t) zurückgeführt. Theoretisch steht also eine Menge möglicher diskreter

f-Werte zur Verfügung, die nach gewissen gleichlangen Zeitabschnitten erfaßt werden können. Gleichung (3) dient der Analyse dieser Daten und stellt eine Differenzengleichung dar. Im einfachsten Fall darf man annehmen, daß die Koeffizienten $\frac{1}{w_{ik}}$ konstant sind. Dies gilt sicher solange wie die Zeitspannen, in denen „gemessen" wird, so klein sind, daß man von wesentlichen Veränderungen im Verhalten der Wissenschaftler eines Sprachgebietes, was gleichzeitig auch Änderungen der w_{ik} zur Folge hätte, absehen kann. Das bedeutet aber wiederum auch konstante Führungsgrade für die Dauer einer Messung. Die Organisationsstruktur des Modells gemäß Gleichung (3) erlaubt demnach die Eingangsinformationen (herkommend von fremden Sprachgebieten) und die eigenen Quellen zu verwerten und dabei u.U. eine Selbstkontrolle über den Verarbeitungszustand der erhaltenen Eingangsinformationen durchzuführen. Sie erlaubt aber nicht die Abgabe bzw. Rückgabe der neu erworbenen Information an die Gebiete σ. Für Gleichung (3) kann dann mit den allgemeinen Koeffizienten A und B geschrieben werden:

$$(4) \qquad f^*_\varsigma = f(t+1) = A \cdot f(t) + B; \qquad A \neq 0 \text{ und } A = \text{konstant}, \; B = \text{konstant}$$

Der Gleichung (4) unterliegt der Erkenntnisfortschritt gemäß den zuvor beschriebenen Bedingungen in jedem Sprachraum. Die Lösungen derartiger Differenzengleichungen 1. Ordnung können sich sehr verschieden verhalten. In der Anwendung auf unser Problem haben die Bedingungen für diese Verhaltensweisen grundlegende Bedeutung. Es soll zu Beginn der Untersuchung, bei $t = 0$, ein gewisser Führungsgrad $f_0 = B$ bereits vorhanden und damit vorgegeben sein. Dann können wir mit $t = 0,1,2,\ldots$ die zugehörigen Werte f in einer abzählbaren Anordnung, also als Folge schreiben. Dies gilt prinzipiell für jede Funktion, deren Definitionsbereich die Menge der aufeinanderfolgenden ganzen Zahlen $0,1,2,\ldots$ ist. Dadurch wird der Wert der Funktion für jede Zahl in ihrem Definitionsbereich bestimmt. In der zugehörigen mathematischen Theorie unterscheidet man derartige Funktionen, die als Folgen bezeichnet werden, nach dem Verhalten der einzelnen Glieder. Dabei gibt es zwei Gruppen:

1. konvergente Folgen (mit Grenzwert) und
2. divergente Folgen (ohne Grenzwert).

Bei der hier nur interessierenden 1. Gruppe gilt für die aufeinanderfolgenden f-Werte, daß diese

11 konstant
12 beschränkt und monoton wachsend
13 beschränkt und monoton fallend
14 gedämpft oszillierend

verlaufen können.

HOMO KAJ INFORMO

Komuna resumaro de diversligvaj sciencaj revuoj

Partoprenas ĝis nun :

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (GrKG), Schroedel, D-3 Hannover-Döhren, Postfach 260620 (F. R. Germanujo)

Lenguaje y Ciencias, Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Revista de Pedagogia Cibernetica e Instruccion Programada Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Sirkulare de Intal, E. Weferling, Jasper-Allee 72, D-33 Braunschweig, (F. R. Germanujo)

Tudományos é mŭszaki tájékoztatás, Budapest VIII, Reviczky utca 6 (Hungarujo)

Bulletin de UCODI, Centre Imago, Celestijnenlaan 200 c, 3030 Heverlee, (Belgujo)

Informácio-Elektronika, Statisztikaj Kiadó c/o T. Vasko, H-1181 Budapest, Hosszúház u. 23 (Hungarujo)

Cybernetica, Revue de l'Association International de Cybernétique, Place André Rijckmans, Namur (Belgujo)

Revista Brasileira de Teleducação, Avenida Erasmo Braga 227, grupo 310, Rio de Janeiro (Brazilo)

Kybernetik und Bildung, Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren, D-479 Paderborn, Rathenaustr. 69 (F.R. Germanujo)

Kajero 1
Jaro 1976

Redakcio :
Institut für Kybernetik
S-rino B. Frank-Böhringer
D-479 Paderborn
Riemekestraße 62
F. R. Germanujo

La resumoj estas skribitaj de la aŭtoroj mem kaj tradukitaj poste

ZIERER, Ernesto: S o b r e l a p r o b l e m á t i c a d e l a a x i o l o g í a l i n g u i s t i c a (Pri la problemeco de la lingvista aksiologio) en: Lenguaje y Ciencias 15/1, 1975, p. 1-8

Lingvista aksiologio difiniĝas kiel valorado de la esprimkapableco de iu lingvo. Metodologie tiu valorado estas aŭ imanenta ("inmanente") se nur enaj ecoj de la esplorata lingvo estas konsiderataj: aŭ ĝi estas malimanenta ("transgrediente") se la procedo estas kompara, t.e. rilatiganta kun aliaj lingvoj. La du procedoj komplementas. Ideala lingvo ne ekzistas. Eco kiu estas avantaĝo en unu lingvo povas esti limigo en alia. Kelkaj bazaj aspektoj kaj principoj estus konsiderendaj dum valorado de lingvo. El la kriterioj priskribitaj la grado de konceptige-

bleco kaj la koncizeco de la lingvaj formuladoj estas fundamentaj en lingvista aksiologio.

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. E. Zierer, Universidad Nacional de Trujillo/Peru, Apartado 315
Esperanto-traduko: H. Frank, 479 Paderborn, Brockhöfe 2

BAUER, Wilhelm Ludwig: Überlegungen zur Modellbildung für die Untersuchung von Lernvorgängen bei Turnübungen am Reck (Pripensoj je modeligo por esploro de lernprocezoj ĉe gimnastikaj ekzercoj al la reko) en GrKG 16/4, 1975, p. 101 - 112.

Per ekzemplo de la gimnastika ekzerco "rondumego al la reko" montratas la reguladtekniká procedo en kazo de permodela kopio de dinamika sistemo. Komenco de la pripensoj estas malpreciza kopio de la gimnasto per fizika pendolo lagrita senfrote. Poste surbaze de la analizo de la movprocezo ĉe la rondumego proponatas pliboniĝoj de la modelo. Ĉi plibonigproponoj konsideras koeficientojn kaj tempfunkciojn kaj kriteriojn por priskribi la optimumigmetodon lernante la rondumegon. Kiel rezulto de la pripensoj proponatas dumasmodelo ebliganta kopion de la koksa fleksado de la korpo ĉe gimnastado de la rondumego. La modelo konsideras elastajn kaj dampajn ecojn de reka stango kaj homa korpo kaj energiperdojn sekve de frotfortoj inter stango kaj manoj de gimnasto.

Adreso de la aŭtoro: Dr.-Ing. W. L. B., Institut für Regelungstechnik der Techn. Hochschule, 61 Darmstadt, Schloßgraben 1.
Esperanto-traduko: Institut für Kybernetik, 479 Paderborn.

MEDER, B. S.: Programmatische Notiz zur Strukturierung des Problemkomplexes "Motivation und informationspsychologischer Modellentwurf" (Enkonduka noto pri la strukturigo de la problem-komplekso "motivigo kaj inform-psikologia modelprojekto".) en: Kybernetik und Bildung I, p. 36 - 39

Unue estas proponite, disdividi la komponerojn de la inform-psikologia modelo en materialajn konstruerojn, por priskribi la konstruon kaj la procedajn efikojn inter la konstrueroj, por fine priskribi la funkci-manieron. Surbaze de la hipotezo, ke la konstruero "motivigo" aparte kaŭzas procedajn efikojn, estas postulate, pli detale priskribi ĉi tiujn procedajn efikojn, eventuale per pliaj dividoj de la unuopaj procedaj efikoj kaj per la konstruo de koheraj, partaj modeloj por la tiamaniere ekestintaj subtipoj de procedaj efikoj, kiuj poste estas eventuale kompileblaj al kohera, totala modelo. Oni asertas, ke motive kondiĉitaj ŝanĝoj de procedaj efikoj povas esti perceptataj nur post detalaj priesploroj, ĉar la rezultatoj el la motiv-psikologia esplorado en la nuna formo ŝajne estas sole taŭgaj por esti rekte prikonsiderataj ĉe la farado de instru-programoj, sed ne

INFORMI PRI LA LINGUO INTERNACIONA

IDO (REFORM-ESPERANTO)

1. Alfabeto e pronunco (indikita segun l'IPA-sistemo):

a /a/ ; b/b/ ; c /ts/ ; d /d/ ; e /e,ɛ/ ; f /f/ ; g /g/ ; h /h/ ; i /i,j,i̯/ ;
j /ʒ, dʒ/ ; k /k/ ; l /l/ ; m /m/ ; n /n/ ; o /o,ɔ/ ; p /p/ ; qu /kw/ ;
r /r, R/ ; s /s/ ; t /t/ ; u /u,w,u̯/ ; v /v/ ; w /w/ ; x /ks,gz/ ; y /j/ ; z /z/.

digrafi:

ch /tʃ/ ; sh /ʃ/ , qu .

acensanta diftongi:

ia, ya /i̯a/; io, yo /i̯o/; iu, yu /i̯u/; ie, ye /i̯e/; uo, wo /u̯o/;
ua, wa /u̯a/; ue, we /u̯e/; ui, wi /u̯i/.

decensanta diftongi:

ai̯, au̯ (tre rara).

2. Tonika acentizo:

Sempre sur la prelasta silabo. Existas tri ecepti: (a) La tri verbo-finali -ar -ir, -or recevas sempre l'acento: am-âr, am-îr, am-ôr. (b) En kompozita vorti, l' acento trovesas sempre en la kustumala silabo dil duesma vorto: sun-dîo. (c) En la kardinala numerali l'acento trovesas sempre sur l' unesma silabo: trîadek, quàradek.

3. La substantivi:

Existas finalo komuna ad omna substantivi: -o: revuo, sioro, domo. Pluralo: -o substitucesas da -i : revui, siori, domi. Ecepti: la nomi dil stati finas per -a : Italia, Suisia, Germania. Existas anke substantivi "stranjera" ne-asimilita, quale: mark, ukaz, edc..
La rekta objekto di transitiva verbo indikesas per sua plaso dop la subjekto:
La krokodilo (subj.) devoras la tigro. En kazo di frazo-transformaco, on uzas la finalo -n : La tigron (plur. : la tigrin) devoras la krokodilo.
Se la klareso permisas lo, on povas elizionar l'-o finala, remplasante ol per l'apostrofo: la dom' , la sior' .

4. L' artiklo:

Existas nur la definit artiklo: la (l'). Ol povas formacar artiklizita prepozicioni: dil (del specifikanta prepoziciono di), del (del prep. de, indikanta l' origino o la materio), dal (del prep. da, indikanta l' aganto en pasiva frazo), al (del prep. a/d/, indikanta la direciono).

5. L' adjektivi:

Indikita per la finalo -a, ne-varianta. Ofte on povas elizionar ol: nacion-al, bon. Se pluralo mustas indikesar, on povas uzar avan-iranta artiklo le , quale en: Donez a me la flori: ne le reda, ma le blanka.
Komparala gradi: di egaleso: tam... kam...; di supereso: plu... kam...; di infreso: min... kam... .

Superlativo: relatanta: maxim... (o: minim...) de (ek) ...; absoluta: tre....

6. L' adverbo:

Existas derivita adverbi (finanta per -e), e radikal adverbi (finanta per konsonanto). L 'adverbo es nevariebla.

7. Pronomi:

Personala pronomi avan la verbo : me, tu (vu), il(u) , el(u) , ol(u) , ni, vi, ili, eli, oli. Existas anke : on (nedefinita) e su (reflexiva).
La posedal pronomi ed adjektivi formacesas per adjunto dil finalo -a: mea, tua, vua, edc..
Altra pronomi: indikanta proximeso: ca ; indikanta lontaneso: ta. Relativa pronomi: qua (singulara), qui (plurala), quo (kozi).

8. La verbo:

Infinitivo: prezenta: -ar (amar); pasinta: -ir (amir); futura: -or (amor).
Indikativo: prezenta: -as (amas); pasinta: -is (amis); futura: -os (amos);
optativo: -us (amus); volitivo: -ez (amez).
Participi aktiva: prez. -anta, pas. -inta, fut. -onta; pasiva: prez. -ata, pas. -ita, fut. -ota.
Pasiva formi: formacota per infixo -es-: me amesas; me amesus .
Kompozita (anteriora) tempi: formacota per infixo -ab-: me amabis, me amabus .

9. La numerali:

zero, un, du, tri, quar, kin, sis, sep, ok, non, dek, cent, mil.
Ligo-vokalo -a- indikas "multipliko", dum ke ligo-vokalo -e- indikas"adiciono":
30 = tri-a-dek; 14 = dek-e-quar; 576 = kin-a-cent sep-a-dek-e-sis.
Numerali ordinala: -esma (quaresma) ; numerali fracionala: -imo (duimo) ; numerali multiplikala: triopla (-opla).

lo. L'imediata derivo en Ido:

En Ido existas tri granda radiko-kategorii: la substantivala (gardeno), l' adjektivala (bona) e la verbala (amar).
Ido karakterizesas per granda rigorozeso en ca derivo: la finali -o, -a, -ar chanjas nur la gramatikala funciono dil radiko, ma ne olua signifiko !
Tale :

garden-a povas signifikar nur " qua esas gardeno"; garden-ar ne havas signifiko; bon-o povas signifikar nur " homo, di qua la precipua qualeso es "bona" ; bon-ar ne existas ; am-o signifikas nur " substantivo amar" ; am-a ne existas.
Omna altra derivuri facesas per afixi.

11. La mediata derivado:

Ol facesas per prefixi e sufixi, preske same quale en Esperanto. Tamen, por ke Ido esez anke flexebla malgre la rigoroza imediata derivo, on introduktis multa afixi kun bone specifikita funcioni.

QUO ESAS IDO ?

Ido, quan on anke nomizas "Reform-Esperanto", publikigesis en 1908 dal franca matematikisto e logikisto Louis Couturat, quale reformo di Esperanto. Olua bazo esas la lexiko di Esperanto, quan oni tamen richigis per nova mankanta vorti e di qua on korektigis kelka erora o ne bone selektita radiko. Anke la gramatiko venas de Esperanto, ma la derivo-sistemo konstruktesis sur la bazo dil tezi da Couturat pri linguologikaleso. Hodie Ido havas difuzanta asociuri en Germania, Suisia, Francia, Britania, Usa, Suedia e URSS.

INFORMI PRI IDO

En FR-Germania: Germana Ido-Federuro, Rönnebergstr. 45, D-1 Berlin-41
En altra landi: Uniono por la Linguo Internaciona, Champel 57, CH-1206 Genève.

por la enmeto kaj plivastigo de la psiko-struktura modelo. En la propontitaj esploroj la diversaj motivigaj manieroj devus esti eksperimente kreataj; iliaj influoj al la procedaj efikoj estus observendaj kaj (eventuale laŭkvante) priskribendaj, por povi akcepti ilin poste en la modelo.
Adreso de la aŭtoro: Dr. B. S. Meder, 479 Paderborn, Heiersmauer 71
Esperanto-traduko: Walter F.J. Walther, D-8641 Schmölz

LOBIN, G.: Zur Expertenbefragung über die Standortbestimmung und Wertung der Bildungstechnologie in der Ausbildung (Pri enketo inter ekspertoj rilate la lokigon kaj prijuĝon de la klerigteknologio en la klerigado) en: Kybernetik und Bildung I, p. 22 - 25.

Por atingi pli da klareco pri la nuna kaj estonta pozicioj de la klerigteknologio, diversaj ekspertoj estas enketitaj per demandiloj. La ekspertoj estas petitaj, indiki, interalie, la laŭopinie plej favoran procentaĵon, kiun la diversaj instru-periloj povas atingi en la instruado. Krome estas demandite, kiom da profesoroj estas antaŭvideble necesaj por la diversaj kampoj de la klerigteknologio, kaj kiom da tempo la studentoj de la Kibernetika Pedagogio devus oferi al la studado de la fako Kibernetika Pedagogio. La rezultato de la respond-analizo montris, ke ekzemple instru-aŭtomatoj, sendependaj kaj dependaj de komputiloj, havu ĉirkaŭ 15-procentan amplekson en la estonta instruado. Por la rekta instruado restas 40 procentoj. La cetera amplekso konsistas el 10 procentoj por instruprogramlibroj, 8 procentoj por la kleriga televido, 8 procentoj por la instru-aparatoj kaj la cetero por memstara biblioteka kaj laboratoria agado. La rezultatoj neniukaze estas plene reprezantaj; ili donis nur krudajn indikojn, kiuj ekkonigas provizoran orientiĝon.

Adreso de la aŭtoro: 479 Paderborn, Rathenaustr. 69 - 71
Esperanto-traduko: Walter F.J. Walther, D-8641 Schmölz

RICHTER, Horst: Wirtschaftliche Randbedingungen für Entwurf und Einsatz audiovisueller Medien in der Praxis (Ekonomikaj krom-kondiĉoj por projektado kaj utiligado de aŭdo-vidaj instru-periloj en la praktiko) en: Kybernetik und Bildung I, p. 134 - 150.

Elirante de la premiso, ke devas validi:

$$\frac{\text{Kostoj por nova instruprogramo}}{\text{laŭ nova instruprogramo lernita lern-volumeno}} \leq \frac{\text{Kostoj por konvencia instruprogramo}}{\text{laŭ konvencia instruprogramo lernita lern-volumeno}} \quad (1)$$

tiam oni ricevas post kalkaj transformoj kaj enkondukinte jenajn mallongigojn:
r_f = fiksitaj kostoj ĉe konvencia instrumetodo po partoprenanto-horo
r_V = varieblaj kostoj ĉe konvencia instrumetodo po partoprenanto-horo

a = adresit-kostoj po partoprenanto-horo

$$e = \frac{\text{Sukceso de la nova instrumetodo}}{\text{sukceso de la konvencia instrumetodo}}$$

$$p = \frac{\text{laborantar-kostoj por la nova instrumetodo}}{\text{laborantar-kostoj por la konvencia instrumetodo}}$$

kondiĉon por labor-kostoj ĉe la praktiko de aŭdo-vidaj periloj:

$$b \leq r_f(e-1) + r_v(e-p) + a(e-1) \qquad (2)$$

Prikalkulante, aliflanke, la labor-kostojn depende de la nombro de la partoprenentaro por diversaj aŭdo-vidaj periloj, oni povas evoluigi el ĉi tiuj labor-kostaj diagramoj konekse kun (2) superrigardeblan nomogramon, el kiu estas ekkoneblaj la kondiĉoj por la ekonomika uzado de diversaj periloj. La kalkulprocedo por evoluigi nomogramon estas prezentata. La apliko de la nomogramo estas demonstrata per praktikaj ekzemploj.

Adreso de la aŭtoro: H. R., D-479 Paderborn, Rathenaustr. 69-71

Esperanto-traduko: Walter F. J. Walther, D-8641 Schmölz

AGABABYAN, K. G.: Perception of Angles and of straight Lines Direktions (percepto de anguloj kaj de direkto rektlinia) en: Cybernetica 1/1976

Oni donas matematikan priskribon de neŭronaj strukturoj por la percepto de anguloj, de direktoj rektliniaj kaj por la taksado de ilia longeco. Priskribita strukturo estas nevaria rilate grandecon kaj lokon sur la riceva kampo de angulo perceptata. La priskribita strukturo ebligas distingon de paralelaj linioj disde neparalelaj kaj neintersekciaj. En tiu ĉi verko oni prezentas ankaŭ la solvon de la kvara problemo de F. Rosenblatt:"La percepto de anguloj, intersekcioj kaj ne-kontinoj ĉe linioj kaj limoj". La priskribita strukturo estas nelernebla.

Adreso de la aŭtoro: Instituto de Kibernetiko, Ukrajna Akademio de Sciencoj, Kievo.

Esperanto-traduko: Jim Cushing, Esperanto-Centro, 479 Paderborn, Riemekestr. 62

ATENTIGO POR LA AŬTOROJ

La leganto de via originala publikigaĵo memoros la postan tagon nur ankoraŭ parteton. La parteton, kiun vi taksas memorinda, formulu kiel vian resumon! Tiu-ĉi estu koncizaĵo de viaj novaj rezultoj - ne nur sciigo pri la problemoj solvitaj en la originala teksto ofte ne alirebla por la leganto!

La redakcio

Diese Verhaltensweisen sind in den Bildern 1, 2, 3 und 4 dargestellt, wobei zur Abkürzung der Wert $f^* = \frac{B}{1-A}$ eingesetzt wurde.

Für Bild 2 und 3 ist der Koeffizient $A = \frac{1}{w_{11}}$ und $0 < A < 1$, d.h. die Folge ist monoton konvergierend gegen den Grenzwert $f^* = \frac{B}{1-A}$, je nachdem der Anfangswert $f_0 \gtrless f^*$ war, ergibt sich ein Fallen oder Steigen der Werte.

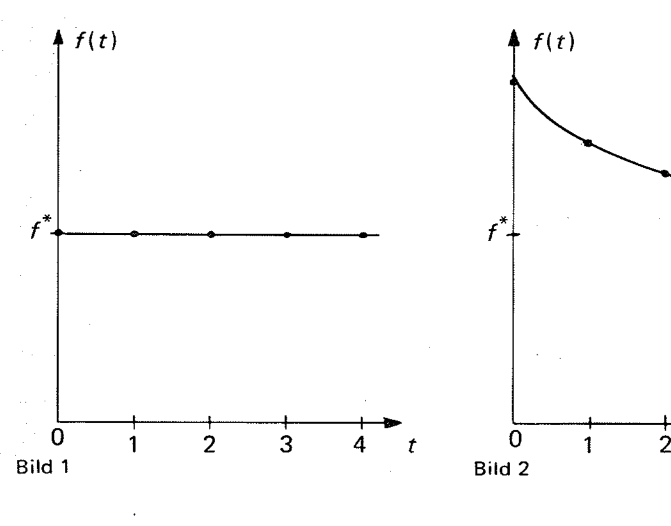


Bild 1 Bild 2

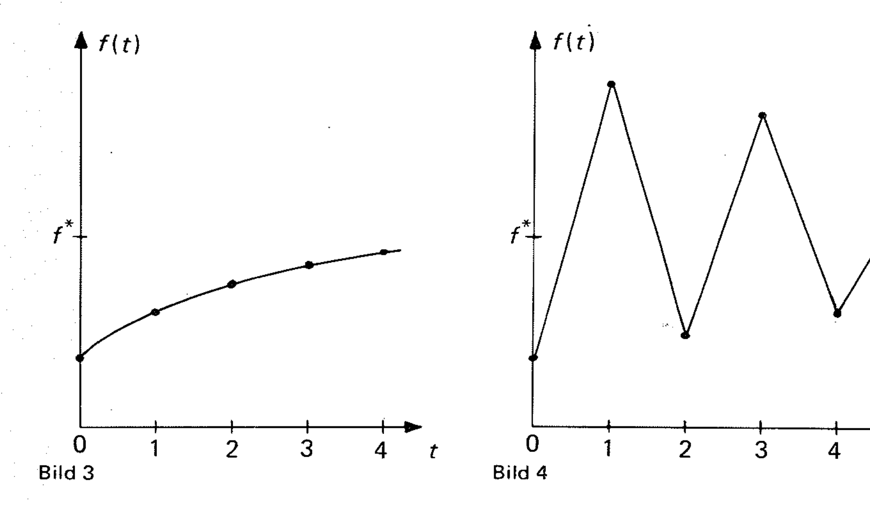


Bild 3 Bild 4

Der Fall gemäß Bild 1 bedeutet, daß der Anfangswert f_0 gleich dem Grenzwert f^* ist; deshalb ergibt sich eine Konstanz der Werte der Folge. Dies ist aber ebenso uninteressant wie ein Fall gemäß Bild 4, der ein oszillierendes Verhalten zeigt, denn dazu müssen sich negative Werte für $A = \frac{1}{w_{ik}}$ ergeben $(-1 < A < 0)$, was gemäß Definition nicht möglich ist.

Das konvergierende Verhalten bleibt auch dann erhalten, wenn sich etwa der Wert $B = f_0$ nach einigen „Meßabschnitten" ändern sollte. Auch eine Änderung des Wertes A hat keinen Einfluß auf die Konvergenz, sofern nur $|A| < 1$ bleibt. Beides bedingt letzlich eine Verschiebung des Grenzwertes f^*.

Praktisch bedeutet das Konvergieren gegen den Grenzwert f^* ein Zustreben des Organisationsgebildes gegen einen neuen Beharrungszustand oder Gleichgewichtswert. Das Gleichgewicht kann nur gestört werden, wenn der Wert $B = f_0$ sich um ein ΔB ändert.

Man bezeichnet den Gleichgewichtswert f^* als stabil, wenn nach beliebigen Anfangswerten f_0 und f_1 gilt:

$$(5) \qquad \lim_{t \to \infty} f_t = f^* \qquad \text{für alle } f_0 \text{ und } f_1 .$$

Eine Entfernung vom Gleichgewicht kommt einer Erörterung einer neuen Lösung mit anderen Anfangsbedingungen gleich.

3. *Erweitertes Zweibereichsmodell*

Nachdem in Abschnitt 2 zunächst nur das Verhalten einer Region unter dem Einfluß aller übrigen Regionen behandelt wurde, und zwar mit nur einseitig gerichtetem Informationsfluß, soll jetzt das System: „Ein Sprachbereich – alle übrigen Bereiche zusammen mit gegenseitigem Informationsaustausch" betrachtet werden. Dies führt nach Frank (1970) zu einem Gleichungssystem der Form

$$(6) \qquad \vec{f}^{\,*} = \left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right) \cdot \vec{f} \qquad \text{oder ausführlicher}$$

$$(7) \qquad f_1^* = \frac{1}{w_{11}} f_1 + \frac{1}{w_{ü1}} f_1 = \lambda f_1$$

$$f_ü^* = \frac{1}{w_{1ü}} f_1 + \frac{1}{w_{üü}} f_ü = \lambda f_ü$$

Anm.: Index 1 für den betrachteten Sprachbereich
Index $ü$ für die übrigen Sprachbereiche

Auch Gleichung (7) kann unter den gleichen Annahmen wie sie im Abschnitt 2 für Gleichung (3) getroffen wurden als Differenzengleichung geschrieben werden. Wieder

soll zu Beginn der Messung, bei $t = 0$, ein gewisser Führungsgrad für jedes System vorhanden sein. Dazu wird der Vektor $\vec{K} = \vec{f_0}$ eingeführt. Die Führungsgrade $f(t+1)$ setzen sich dann also aus einem Grundwert f_0 und der Änderung $f(t)$ zusammen. Diese jetzt eingeführte und von der ursprünglich bei Frank (1970) gegebenen Definition abweichende Schreibweise erlaubt das Verhalten der f-Werte besser zu übersehen.

$$(8) \qquad \begin{pmatrix} f_1(t+1) \\ f_ü(t+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{w_{11}} & \frac{1}{w_{ü1}} \\ \frac{1}{w_{1ü}} & \frac{1}{w_{üü}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1(t) \\ f_ü(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} K_1 \\ K_ü \end{pmatrix}$$

oder noch kürzer mit den Matrizen $\vec{f}$, $\left(\frac{1}{w}\right)$ und $\vec{K}$

$$(9) \qquad \vec{f}(t+1) = \left(\frac{1}{w}\right) \vec{f}(t) + \vec{K} \quad \text{mit } t = 0,1,2,3,\ldots$$

Setzt man $t = 0,1,2,3, \ldots$ nacheinander in (9) ein, erhält man

$$\vec{f}(1) = \frac{1}{w} \vec{f}(0) + \vec{K} \qquad \frac{1}{w} = \left(\frac{1}{w}\right)$$

$$(10) \qquad \vec{f}(2) = \frac{1}{w} \vec{f}(1) + \vec{K} = \frac{1}{w} \left[\frac{1}{w} \vec{f}(0) + \vec{K}\right] + \vec{K}$$

$$\vec{f}(2) = \frac{1}{w^2} \vec{f}(0) + \left[\frac{1}{w} + I\right] \vec{K}, \qquad \text{wobei} \qquad I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

die Einheitsmatrix mit den Diagonalelementen 1 sein soll. Wird das Verfahren gemäß Gleichung (10) fortgesetzt, so läßt sich allgemein schreiben:

$$(11) \qquad \vec{f}(t) = \frac{1}{w^t} \vec{f}(0) + \left[\frac{1}{w^{t-1}} + \frac{1}{w^{t-2}} + \ldots + I\right] \vec{K}$$

Da auch in der Matrizenrechnung das Distributivgesetz Gültigkeit hat, $A(B+C) = AB+AC$, und außerdem $AA = A^2$ gilt, ergibt sich mit der Matrix M

$$(12) \qquad (I + M + M^2 + \ldots M^{t-1})(I - M) = A(I - M) = AI - AM \quad \text{und}$$

$$I + M + M^2 + \ldots M^{t-1} - M - M^2 - \ldots M^t = I - M^t$$

Übertragen auf unsere Gleichungen ist die Matrix $M = \frac{1}{w}$ zu setzen und man erhält:

$$(13) \qquad \left(I + \frac{1}{w} + \frac{1}{w^2} + \ldots \frac{1}{w^{t-1}}\right)\left(I - \frac{1}{w}\right) = \left(I - \frac{1}{w^t}\right)$$

Ist die Matrix $\left(I - \frac{1}{w^t}\right)$ regulär (d.h. existiert ihre Inverse $\left(I - \frac{1}{w^t}\right)^{-1}$ und ist daher die zugehörige Determinante $\text{Det} = \left[I - \frac{1}{w^t}\right] \neq 0$, dann gilt wegen $A A^{-1} = I$:

(14) $$\left(I - \frac{1}{W^t}\right)\left(I - \frac{1}{W}\right)^{-1} =$$

$$\left(I + \frac{1}{W} + \frac{1}{W^2} + \ldots \frac{1}{W^{t-1}}\right)\left(I - \frac{1}{W}\right)\left(I - \frac{1}{W}\right)^{-1} = \left(I + \frac{1}{W} + \frac{1}{W^2} + \ldots \frac{1}{W^{t-1}}\right)$$

und Gleichung (11) läßt sich als Ergebnis dieser Zwischenbetrachtung in Form der Gleichung (15) schreiben

(15) $$\vec{f}(t) = \left(\frac{1}{W^t}\right)\vec{f}(0) + \left(I - \frac{1}{W^t}\right)\left(I - \frac{1}{W}\right)^{-1} \cdot \vec{K}; \quad t = 0,1,2,\ldots$$

Die Bestimmung der Eigenwerte λ der Matrix $\left(\frac{1}{W}\right)$ gemäß Gleichung (7) ergibt in unserem Falle auch n verschiedene Werte, d.h. nach Zurmühl (1961), daß die n-n-Matrix zur Klasse der diagonalähnlichen Matrizen gehört (für die gilt $(\Lambda) = (\varphi^{-1})\left(\frac{1}{W}\right)(\varphi)$, wobei die λ_i Diagonalelemente von Λ sind), und man kann zeigen, daß für $t \to \infty$ jedes Element von (λ) gegen Null geht. Folglich gilt auch $\frac{1}{W^t} \Rightarrow 0$, wenn die Beträge $|\lambda_i| < 1$ sind. Es gilt dann

(16) $$\vec{f}(t) \Rightarrow \left(I - \frac{1}{W}\right)^{-1} \vec{K}$$

Die Führungsgrade des Bereichs $\varsigma = 1$ und des Bereichs $\sigma = ü$, der den Bereich 1 umgibt, nähern sich Gleichgewichtswerten, die bestimmt sind durch die Komponenten des in Gleichung (8) eingeführten Spaltenvektors $\vec{K}$, der den Grenzwert für $t \to \infty$ darstellt. Werden diese Konstanten zunächst nicht berücksichtigt, so bedeutet dies, daß sich die Führungsgrade einander angleichen. In allen Bereichen herrscht schließlich derselbe Wissensstand, und es gibt keinen „herausragenden" Sprachbereich mehr.

4. *Verallgemeinerung*

Alle Sätze bezüglich des Verhaltens der Elemente der Matrizen und der Matrizen selbst bleiben auch für ein n-Bereichsmodell erhalten und gültig. Berücksichtigt man auch die in Frank (1970) Tabelle 2 genannten außerordentlich hohen Sprachgrenzwiderstände, so ergibt sich für $\left(\frac{1}{W}\right)$ eine 8-8-Matrix, deren 8. Zeile bzw. 8. Spalte nur Null-Elemente (jedenfalls im Rahmen der Rechengenauigkeit zur Bestimmung der λ_i) enthält, so daß auch der Wert der zugehörigen Determinante zu Null wird. Deshalb wurden in der Betrachtung Lambert (1975) diese extrem hohen Werte, die nur Schätzwerte darstellen können, nicht in die Berechnung mit einbezogen.

Die in Frank (1970) berechneten Führungsgrade stellen diese Werte zum Zeitpunkt $t = 0$ dar. Sie bilden einen Zustandsvektor, dessen Spitze als Punkt eines hier $n = 7$-dimensionalen (euklidischen) Raumes, eines Zustandsraumes, aufgefaßt werden kann. Für irgend einen späteren Zeitpunkt t stellt $\vec{f}(t)$ einen bestimmten Punkt dieses Raumes des Systems dar, d.h. dieser Punkt ist als geometrisches Bild für den dynamischen Zustand des Systems zu betrachten. Mit veränderlichem t ändert sich die Lage des Punktes im Raum, es entsteht eine Kurve, die als Zustandskurve bezeichnet werden kann. Für wachsendes t verläuft diese Zustandskurve gegen den Punkt $\vec{f}_0 = \vec{K}$.

Zur Beurteilung der Stabilität eines Systems, das z.B. durch den zuvor beschriebenen „Satz" von Differenzengleichungen dargestellt werden kann, ist es von entscheidender Bedeutung, die absoluten Beträge der Eigenwerte, und zwar hier sogar nur des betragsgrößten Eigenwertes festzustellen.

Der Gleichgewichtswert oder Gleichgewichtszustand wird als stabil bezeichnet, wenn bei beliebigen, vorgegebenen Anfangswerten $\vec{f}_0$ jede Lösung des Gleichungssystems gegen $\vec{K}$ konvergiert.

Eine Entfernung vom Gleichgewichtszustand kommt einer neuen Lösung mit anderen Anfangsbedingungen gleich. Das bedeutet:

Ein stabiles Gleichgewicht ist dadurch gekennzeichnet, daß jeder beliebigen Abweichung vom Gleichgewichtswert $\vec{f}$-Werte folgen, die gegen diesen Gleichgewichtszustand, der auch einen stationären Zustand darstellen kann, konvergieren.

Diese Aussagen sind im zwei- oder dreidimensionalen Raum nicht aber für das n-dimensionale anschaulich faßbar.

Für das allgemeine Modell findet man folgendes Ergebnis:

Wenn im Gleichgewichtszustand unterschiedliche f-Werte in $\vec{K}$ existieren, dann können diese Unterschiede als Ursache für einen erneuten Informationsfluß in Richtung auf dasjenige Subsystem mit dem kleinsten Führungsgrad angesehen werden. Sofern keine anderen Einflüsse wirken und keine neuen Forschungsergebnisse erzielt werden, könnte schließlich ein Ausgleich des Wissens in den verschiedenen Sprachbereichen stattfinden.

Schrifttum

Frank, H.: Die Bedeutung der Sprachhindernisse für die wissenschafts-futurologische Auswertung von Geschichte und Geographie einer Wissenschaft, GrKG 11/3 (1970), S. 91–102

Frank, H.: Die Sprachbarriere zwischen den Wissenschaften, Umschau, 7/1971, S. 236–238

Lambert, C.: Zur Stabilität des zwischensprachlichen Informationsaustausches eines wissenschaftlichen Fachgebietes, GrKG 16/1 (1975), S. 19–22

Zurmühl, R.: Matrizen, Springer, 1961

Eingegangen am 23. Januar 1975

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Phys. Claus Lambert, Erbacher Str. 10, 6100 Darmstadt

Experimentelle Analyse alternativer Ansätze zur Messung der Superierung durch Klassenbildung

von Hellmuth WALTER, München
aus dem Fachbereich Erziehungswissenschaften der Universität München

1. *Das Problem*

Das Psychostrukturmodell von Frank (1969) und die dort zusammengetragenen informationspsychologischen Forschungsbefunde erlauben einfache Lernprozesse exakt zu beschreiben und den Aufwand anzugeben, der notwendig ist, um ein definiertes Material zu lernen. Bezüglich der für schulisches Lernen ausgesprochen bedeutsamen Superierung finden sich in der Informationspsychologie dagegen nur spärliche Ansätze, die zudem stellenweise so grundsätzlich gehalten sind (v. Cube, 1965), daß ein Einbezug in quantifizierte informationspsychologische Modellvorstellungen, wie sie für einfache Lernprozesse bereits vorliegen, nicht möglich ist. Der vorliegende Beitrag versucht ein von Ulrich (1975) entworfenes Meßverfahren zur Voraussage der Wahrscheinlichkeit von Superierungsprozessen durch einfache Klassenbildung zu modifizieren und die Varianten experimentell auf ihre Voraussagegenauigkeit hin zu überprüfen. Es handelt sich also um einen bescheidenen Beitrag, Superierungen einem quantifizierten Zugriff zugänglich zu machen und innerhalb einer akzeptablen Fehlergrenze einschlägige Lernwahrscheinlichkeiten vorauszusagen. Letzteres würde im Rahmen von Formaldidaktiken erlauben, für definierte Superierungsprozesse den Darbietungsaufwand festzulegen, welcher zum Erlernen (auf einem wie auch immer definierten Wahrscheinlichkeitsniveau) notwendig ist.

2. *Darstellung eines Meßverfahrens zur Voraussage der Wahrscheinlichkeit der Superierung durch Klassenbildung*

Die folgenden Ausführungen lehnen sich in weiten Bereichen eng an eine Veröffentlichung von Ulrich (1975) an, auf die wir noch einmal ausdrücklich verweisen.

Ein Begriff *A* (z.B. „Ball") ist gekennzeichnet durch die Eigenschaften $m_1, m_2, \dots m_n$ (z.B. „rund, aus Gummi, bunt, usw."). Die Eigenschaften *m* werden dabei von den jeweiligen Vp in einer bestimmten Rangfolge genannt, welche durch Rangziffern ausgedrückt werden kann. Es muß davon ausgegangen werden, daß nicht alle Vp die gleichen und gleich viele Eigenschaften benennen und diese zudem in divergierenden Rangfolgen assoziieren. Dadurch entstehen in einer Matrix (vgl. unten) Leerstellen. Um diese sinnvoll auszufüllen schlägt Ulrich vor, unter Einbezug sämtlicher von den Vp genannten Eigenschaften m_n in die Leerstellen der jeweiligen Vp einen *mittleren* Rangplatz einzutragen (beträgt m_n z.B. 10 und hat eine Vp vier Eigenschaften assoziiert, wird in die sechs Leerstellen der mittlere Rangplatz 7 eingetragen). Wir wollen hier nicht über die psychologische Plausibilität dieses Vorgehens diskutieren, da es sich zweifellos um einen möglichen und überdies häufig realisierten Ansatz handelt, sondern zunächst eine exemplarische und verkürzte Matrix vorstellen (Bild 1).

Eigenschaft / Vp-Nr.	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
1	1	2	4	4	4
2	1	4,5	2	3	4,5
3	2	1	3	4	5
⋮ Ω	1	3	2	5	4
Rangsumme	5	10,5	11	16	17,5
mittlere Rangsumme	$s = 1{,}25$	$s = 2{,}625$	$s = 2{,}75$	$s = 4{,}0$	$s = 4{,}375$

Bild 1

Aus der Matrix lassen sich, wie aus dem Beispiel ersichtlich wird, *mittlere Rangsummen* (*s*) bilden, welche ein differenziertes Maß für die Stärke der assoziativen Verknüpfung definierter Eigenschaften mit einem Begriff *A* darstellen. Dieselben Überlegungen können für einen Begriff *B* (z.B. „Autoreifen") angestellt und die Werte *s* für die Eigenschaften *m* errechnet werden.

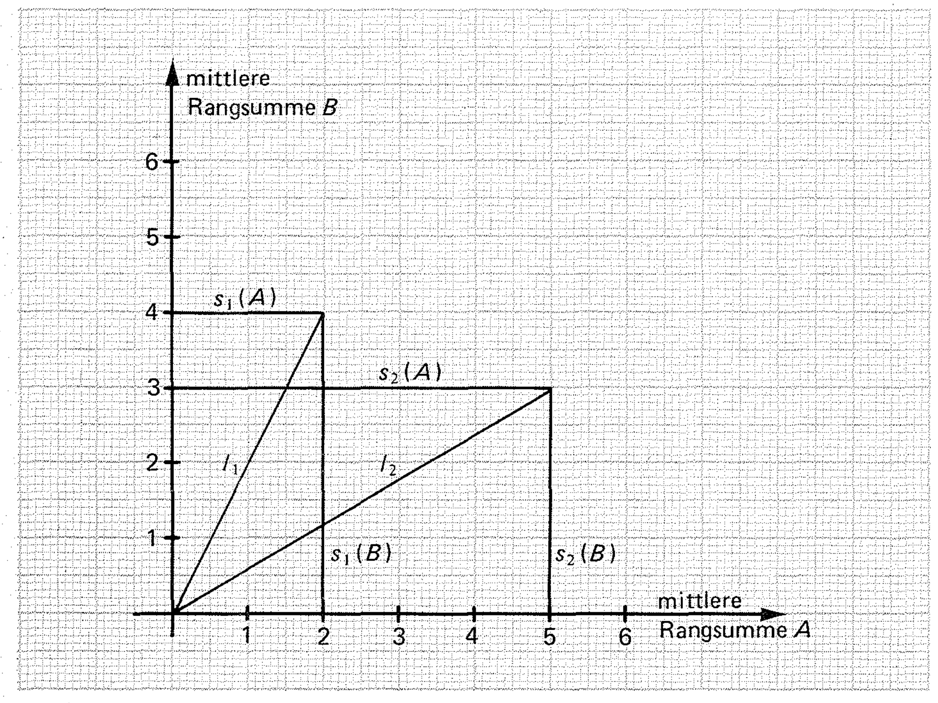


Bild 2

Wir können nun davon ausgehen, daß in Abhängigkeit vom Ausmaß der Homogenität der Begriffe A und B eine definierte Anzahl von Eigenschaften (in unserem Fall etwa: „rund, aus Gummi, usw.") *gemeinsam* auftreten. Wird nun eine Gruppe von Vp aufgefordert, über die Begriffe A und B Klassen zu bilden, d.h. gemeinsame Eigenschaften zu benennen, so kann nach Ulrich die Wahrscheinlichkeit der Klassenbildungen für den Fall vorausgesagt werden, daß für A und B bei der Einzelzuordnung gemeinsame Eigenschaften genannt wurden und deren mittlere Rangsummen bekannt sind. Die Wahrscheinlichkeit der Superierung ist dabei eine Funktion der mittleren Rangsummen $s(A)$ und $s(B)$. Dies sei in Anlehnung an Ulrich für die Fälle $s_1(A) = 2, s_1(B) = 4$ und $s_2(A) = 5, s_2(B) = 3$ in Bild 2 graphisch dargestellt.

Nach dieser graphischen Darstellung beträgt die Superierungswahrscheinlichkeit (ausgedrückt in der Maßeinheit s) für

(1) $$I_1 = \sqrt{s_1^2(A) + s_1^2(B)} \approx 4{,}47$$

$$I_2 = \sqrt{s_2^2(A) + s_2^2(B)} \approx 5{,}83$$

d.h. für die Superierung I_1 ist weniger Lernaufwand erforderlich als für I_2. Anders: die Superierung I_1 ist wahrscheinlicher als die von I_2.

An dieser Stelle verlassen wir nun die Ausführungen von Ulrich und stellen uns folgende grundsätzlichen Fragen:

a) Ist die relativ aufwendig zu ermittelnde mittlere Rangsumme s eine angemessene Maßzahl zur Voraussage der Superierungswahrscheinlichkeit oder kann sie durch eine geeignetere ersetzt werden?

b) Erlaubt das Modell (unbesehen der zugrundegelegten Maßzahlen) eine *numerische* Voraussage der Superierungswahrscheinlichkeit auf Intervall- bzw. Verhältnisskalenniveau oder sind lediglich Rangaussagen (Aussagen über relative Positionen) möglich?

c) Gilt das Modell für konkrete und abstrakte Begriffe gleichermaßen?

d) Inwieweit hat das Ausmaß an Homogenität bzw. Heterogenität der zugrundegelegten Begriffe eine Auswirkung auf die (auf welchem Niveau auch immer definierte) Voraussagegenauigkeit des Modells?

Zu a): Wir gehen davon aus, daß die gemeinsamen Eigenschaften m für die Superierung durch Klassenbildung unbesehen ihrer Rangposition frei verfügbar sind und lediglich aufgrund ihrer Assoziationsstärke (Auftrittshäufigkeit) mit divergierender Wahrscheinlichkeit in Superierungen eingehen. Man könnte auch argumentieren: Die an erster Stelle genannten Eigenschaften werden i.a. auch am häufigsten genannt, sind also assoziativ am stärksten verankert. Dagegen scheint es unwesentlich zu sein, ob eine Eigenschaft an 5. oder 9. Stelle assoziiert wird. Anders: Die Divergenz der Assoziationsstärke dieser beiden Eigenschaften (5. und 9. Rangposition) steht in keinem Verhältnis zur (in diesem Fall ziemlich ausgeprägten) Differenz der mittleren Rangsummen. Dies

wird sehr schnell deutlich, wenn man sich eine typische empirische Verlaufskurve der Assoziationswahrscheinlichkeit von Eigenschaften bezüglich eines definierten Begriffs betrachtet (Bild 3).

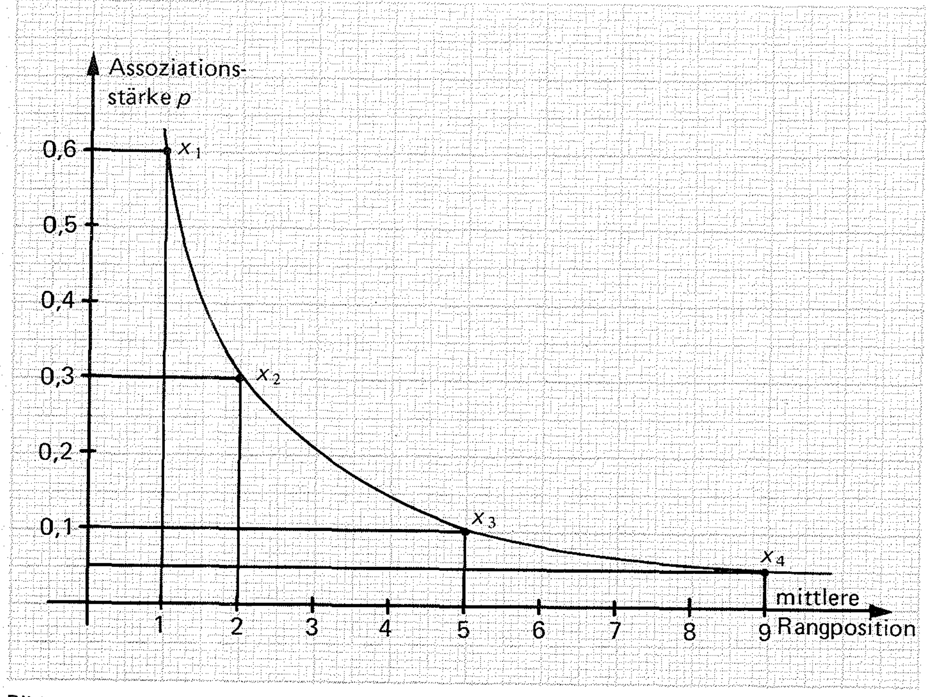


Bild 3

Der Unterschied zwischen x_3 und x_4 bezüglich der mittleren Rangsumme beträgt 4, der Unterschied der Assoziationsstärke dagegen lediglich 0,05. Im Fall von x_1 und x_2 liegen die einschlägigen Werte bei 1 bzw. 0,3.

Es scheint uns daher sowohl aus inhaltlichen als auch „forschungsökonomischen" Gründen (bei vergleichbarer Voraussagegenauigkeit von Modellen sollte dem einfacheren der Vorzug gegeben werden) sinnvoll zu sein, anstelle der mittleren Rangsumme s auf die mittlere Assoziationswahrscheinlichkeit p als Maßzahl zurückzugreifen, erstere verursacht – statistisch argumentiert – unnötige Fehlervarianz. Das bedeutet, daß wir anstelle von (1) die Formel

(2) $$I_1 = \sqrt{p_A^2 + p_B^2}$$ setzen.

Es wäre übrigens auch denkbar, als Superierungswahrscheinlichkeit die multiplikative Verbindung von p_A und p_B zu setzen.

(3) $$I_1 = p_A \cdot p_B$$

Welcher der Modellvarianten der Vorzug gegeben werden sollte, kann letztlich nur einer empirischen Klärung überlassen bleiben, hier setzt der experimentelle Teil unserer Veröffentlichung an.

Zu b): Die Frage, ob die von uns vorgestellten Modellvarianten lediglich *positionale* Aussagen erlauben oder aber eine ausreichende *numerische* Übereinstimmung von empirischer und theoretisch vorausgesagter Superierungswahrscheinlichkeit zu leisten vermögen, bedarf ebenfalls einer empirischen Klärung. Angesichts der Komplexität der unseren Ausführungen zugrundegelegten psychologischen Prozesse scheinen uns bereits positionale Voraussagen beachtenswert zu sein. In diesem Problemzusammenhang sei noch angefügt, daß numerische Voraussagen von I bei Zugrundelegung der Verrechnungseinheit „mittlere Rangsumme s" aufgrund des Sachverhalts, daß für A, B und AB die Zahl der jeweils genannten Eigenschaften i.a. verschieden ist, komplizierte Transformationen erfordern.

Zu c): Die unter diesem Punkt geäußerte Frage bedarf ebenfalls einer empirischen Klärung. Grundsätzlich spricht jedoch nichts dagegen, daß das Abstraktionsniveau der Begriffe die Voraussagegenauigkeit des Modells signifikant beeinflußt, es sei denn, man schließt sich den Ausführungen der sog. Kognitionstheoretiker an, denen zufolge auf der Grundlage eines assoziationstheoretischen Modells Klassenbildungen zumindest über komplexe Begriffe nicht vorausgesagt werden können.

Zu d): Je heterogener Begriffe sind, über welche Klassen gebildet werden sollen, desto eher werden „kreative" Prozesse gefordert. Es kann daher angenommen werden, daß das Ausmaß der Heterogenität von Begriffen die Voraussagegenauigkeit unserer Modellvarianten beeinflußt, da in diesem Fall über die naheliegenden Assoziationsfelder hinaus neue (zusätzliche und oft weit ab liegende) Eigenschaften gesucht und aus dem Speicher abgerufen werden müssen.

Abschließend sei noch die Frage angefügt, ob unsere Modellvarianten auch für den Fall brauchbar sind, daß eine Eigenschaft zwar zu A aber nicht zu B (bzw. umgekehrt) assoziiert wird, im Fall der Klassenbildung über AB jedoch auftaucht (in den Gleichungen (1), (2) und (3) wird hier ein Faktor null). Auch hier wird empirisch zu überprüfen sein, ob die Modellvarianten diesen Grenzfall mit einbeziehen ohne signifikant an Voraussagegenauigkeit zu verlieren.

3. *Methode der Untersuchung*

3.1 *Stichprobe:*

80 Studenten der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät München

3.2 *Material:*

Gruppe *A*	Gruppe *B*
– Autoreifen (m_1)	– Buddhist (m_5)
– Ball (m_2)	– Jesuit (m_6)
– Magnet (m_3)	– Kommunist (m_7)
– Nagel (m_4)	– Faschist (m_8)

Das Assoziationsmaterial wurde so zusammengestellt, daß sich die beiden Gruppen A und B bezüglich des Abstraktionsniveaus ($m_1 - m_4$ konkrete, $m_5 - m_8$ abstrakte (komplexe) Begriffe) unterscheiden. Innerhalb der Gruppen stehen sich jeweils zwei Paare gegenüber, welche untereinander inhaltlich homogener sind als zwischeneinander (m_1 und m_2 versus m_3 und m_4 bzw. m_5 und m_6 versus m_7 und m_8). Die Frage der relativen Homogenität bzw. Heterogenität des Assoziationsmaterials wurde in Vorversuchen an einer anderen Studentengruppe mittels graphischer Schätzskalen geklärt. Durch eine systematische Variation des Assoziationsmaterials bzw. der Begriffspaare wurden sowohl ungewolltes Abschreiben als auch Positionseffekte vermieden. Die Darbietung des Assoziationsmaterials (Versuchsphase 1) und der Begriffspaare (Versuchsphase 2) erfolgte *sukzessiv*.

3.3 *Versuchsdurchführung:*

Phase 1: Mittels schriftlicher und mündlicher Instruktion wurden die Vp aufgefordert, dem ihnen jeweils vorliegenden Betriff innerhalb 90 Sekunden möglichst viele und zutreffende Eigenschaften zuzuordnen. Zwischen den einzelnen Begriffen wurden je 10 Minuten Vorlesungstätigkeit eingeschoben, um stereotype assoziative Fixierungen am jeweiligen Vorbegriff zu vermeiden.

Phase 2: Vorgehen wie bei 1, nur daß jetzt Begriffs*paare* (m_1/m_2, m_1/m_3, m_1/m_4, m_2/m_3, m_2/m_4 und m_3/m_4; analog wurde bei den Begriffen $m_5 - m_8$ vorgegangen) angeboten wurden. Diesmal sollten die Vp möglichst viele und zutreffende *gemeinsame* Eigenschaften notieren.

Phase 3: Unmittelbar im Anschluß an die Phase 2 wurden die Vp aufgefordert, das zufällige Assoziationsmaterial durch Zuordnen von Ziffern bezüglich ihrer „Wichtigkeit" (Bedeutung) für den jeweiligen Begriff bzw. das jeweilige Begriffspaar zu ordnen.

4. *Darstellung der Versuchsergebnisse*

Eine Darstellung der Versuchsergebnisse auf der Verrechnungsbasis der einfachen Assoziationswahrscheinlichkeit (vgl. Punkt 2) bzw. auf der Verrechnungsbasis findet sich in Walter 1976.

Es bedeuten:

p_e: empirisch ermittelte Assoziationswahrscheinlichkeit bei Vorlage des jeweiligen Begriffs*paares*;

p_1: empirisch ermittelte Assoziationswahrscheinlichkeit bei Vorlage von Begriff 1;

p_2: dito für Begriff 2;

p_t: aufgrund der unter Punkt 2 geschilderten Modellvorstellungen errechneter „theoretischer" Assoziationswert für das Begriffspaar.

Da das auf mittlere Rangplätze zurückgehende Zahlenmaterial die Anwendung der Produkt-Moment-Korrelation verbietet und auch bezüglich der p-Werte eine Normalverteilung der Populationswerte nicht angesetzt werden kann, wurde der Zusammenhang von s_t und s_e bzw. p_t und p_e ($p_{t_1} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$; $p_{t_2} = p_1 \cdot p_2$) mittels des Spearmanschen Koeffizienten errechnet (der dadurch entstehende Informationsverlust ist minimal, er beträgt bei p-Autoreifen/Ball r_{Diff} = 0,01). Dabei wurde folgende Formel angesetzt:

$$r = 1 - \frac{\Sigma 6 D^2}{N(N^2-1)}$$

Die Ergebnisse sind in Bild 4 aufgeführt.

	p_{t_1}-Werte		s-Werte		p_{t_2}-Werte		
	r	z'	r	z'	r	z'	N
Autoreifen/Ball	0,82	1,157	0,75	0,973	0,87	1,333	12
Nagel/Magnet	0,85	1,256	0,77	1,020	0,60	0,693	6
Nagel/Ball	0,64	0,758	0,40	0,424	0,80	1,099	4
Autoreifen/Nagel	0,12	0,121	0,30	0,310	0,50	0,549	5
Ball/Magnet	0,30	0,310	0,10	0,100	0,20	0,203	5
Jesuit/Buddhist	0,86	1,293	0,65	0,775	0,83	1,188	8
Jesuit/Kommunist	0,90	1,472	0,60	0,693	0,90	1,472	5
Buddhist/Kommunist	0,20	0,203	0,00	0,000	0,50	0,549	5

Bild 4

Zur Errechnung der mittleren Koeffizienten r_m verwendeten wir nach Normalisierung durch die z'-Transformation

$$z' = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$$

die Formel:

$$\text{mittl. } z' = \frac{\Sigma (N-3) z'}{\Sigma (N-3)}$$

Dabei ergaben sich folgende Werte (r_m):

	p_{t_1}	s	p_{t_2}
„konkrete Begriffe"	0,73	0,66	0,73
„abstrakte Begriffe"	0,79	0,53	0,80
Gesamt	0,75	0,62	0,75

Zur Errechnung der Signifikanz des Unterschiedes zwischen den mittleren Korrelations-Koeffizienten $r_{m/gesamt}$ verwendeten wir folgende Formel:

$$z = \frac{z'_1 - z'_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}}}$$

Dabei ergab sich jeweils folgender Wert:

für $r_{m/p_{t_1}} - r_{m/s}$: z = 1,24 (sig. 10%)

für $r_{m/p_{t_2}} - r_{m/s}$: z = 1,24 (sig. 10%)

für $r_{m/p_{t_1}} - r_{m/p_{t_2}}$: z = 0,00 (–)

(Die hier verwendeten statistischen Formeln finden sich bei Mittenecker, 1970, S. 108ff.)

Im Rahmen unserer weiteren Darstellung beschränken wir uns auf den Vergleich der einfachen Assoziationswahrscheinlichkeit p_e und p_t ($p_t = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$), da p_t die Rangpositionen p_e genauer voraussagen läßt als mittlere Rangplatzinformationen (vgl. 4.3). Der folgenden Darstellung (Bild 5) liegt die Frage zugrunde, ob über die Voraussage der relativen Position hinaus auch eine hinlänglich präzise numerische Voraussage von p_e aufgrund von p_t möglich ist.

	$\bar{p}_{diff}$	$\bar{p}_{diff}$
Autoreifen/Ball	–0,049	0,151
Nagel/Magnet	–0,029	0,137
Nagel/Ball	–0,069	0,325
Autoreifen/Nagel	–0,079	0,287
Ball/Magnet	–0,098	0,308
Jesuit/Buddhist	–0,047	0,122
Jesuit/Kommunist	0,062	0,066
Buddhist/Kommunist	–0,047	0,167

(Negatives Vorzeichen: $p_t > p_e$)

$\bar{p}_{diff}$ (gesamt) = –0,045 (N = 50)

$|\bar{p}_{diff}|$ (gesamt) = 0,195 (N = 50)

$\bar{p}_e$ (gesamt) = 0,288 (N = 50)

Bild 5: Mittlere Differenzen $p_t - p_e$

Aus $\bar{p}_{diff}$ (gesamt) und $\bar{p}_e$ (gesamt) ergibt sich eine mittlere absolute Abweichung von 67,7%. Unter Berücksichtigung von $\bar{p}_{diff\,(gesamt)}$ ergibt sich eine mittlere Abweichung von 15%.

Zur Ermittlung des Zusammenhangs von spontanen Assoziationsfolgen und der nachträglichen Gewichtung (vgl. Versuchsphase 3) wurden die Korrelationen mit dem Spearmanschen Rangkoeffizienten errechnet (Bild 6).

Ball	0,96	Ball/Autoreifen	0,99
Autoreifen	0,98	Ball/Nagel	0,97
Nagel	0,96	Ball/Magnet	0,97
Magnet	0,93	Autoreifen/Nagel	0,91
Buddhist	0,89	Autoreifen/Magnet	0,94
Kommunist	0,62	Nagel/Magnet	0,98
Jesuit	0,87	Jesuit/Kommunist	0,91
		Jesuit/Buddhist	0,89
		Buddhist/Kommunist	0,84

Bild 6

5. *Diskussion der Versuchsergebnisse*

Wir beschränken uns im folgenden weitgehend auf eine Erläuterung der unter Punkt 3 aufgeführten Befunde, ohne diese explizit auf dem Hintergrund eines kybernetisch ausgerichteten Psychostrukturmodells schlüssig erklären zu wollen.

5.1 Die unter Punkt 2 ausgeführte Vermutung, daß aufgrund der empirisch ermittelten Wahrscheinlichkeiten p_1 und p_2 (bzw. der mittleren Rangsummen s_1 und s_2) der Zuordnung einer Eigenschaft m zu den Reizwörtern A_1 und A_2 die Wahrscheinlichkeit einer einfachen Klassenbildung vorausgesagt werden kann, konnte bezüglich der *relativen Position* bestätigt werden. Die mittleren Korrelationskoeffizienten 0,75 bzw. 0,62 sind auf dem 1%-Niveau signifikant und vermögen 56% bzw. 38% der Varianz zu erklären.

5.2 Obwohl der Unterschied der mittleren Korrelationskoeffizienten zwischen der Verrechnungsbasis „einfache Assoziationswahrscheinlichkeit" und „mittlere Rangsummen" nur auf dem 10%-Niveau abgesichert werden konnte, muß davon ausgegangen werden, daß die p-Werte eine deutlich präzisere Voraussage ermöglichen. Bereits eine Stichprobenvergrößerung auf $N = 75$ würde zu einer signifikanten Differenz der beiden Korrelationskoeffizienten führen. Anders ausgedrückt: die Vertrauensbereiche von Korrelationskoeffizienten sind bei $N = 50$ so weit gestreckt, daß auch relativ große absolute Differenzen nicht auf dem konventionellen 5%-Niveau abgesichert werden können.

5.3 Besondere Erwähnung verdient der Sachverhalt, daß die oben berichteten Ergebnisse sowohl für konkrete als auch abstrakte Reizworte Gültigkeit haben (0,73 und 0,66 bzw. 0,79 und 0,53). Dies scheint uns insofern bedeutsam zu sein, als seitens der sog. „Kognitionstheoretiker", öfters die Vermutung geäußert wird, daß zumindest komplexe Superierungsprozesse nicht über ein assoziationstheoretisches Modell vorausgesagt werden können.

5.4 Bei einer näheren Analyse der nicht gemittelten Korrelationskoeffizieten fällt auf, daß die unter Punkt 2 ausgeführten „modelltheoretischen" Vorstellungen bezüglich *homogener* Begriffspaare eine deutlich bessere Voraussage erlauben als für *heterogene* Begriffspaare. Im zweiten Fall laufen offensichtlich „kreative" Prozesse ab, welche sich der modelltheoretischen Voraussage entziehen.

5.5 Die seitens der Kognitionstheoretiker geäußerte Vermutung, daß Superierungsprozesse, welche auf „zufällige" Assoziationen zurückgehen, mit der „tatsächlichen" kognitiven Struktur (= Bedeutungshierarchie der Eigenschaften) nichts oder nur wenig zu tun haben, konnte aufgrund der überraschend hohen Übereinstimmung zwischen „zufälligen" Assoziationsfolgen und bewußt vollzogener Gewichtung (von einer Ausnahme abgesehen liegen alle Koeffizienten zwischen 0,99(!) und 0,84 (98% bzw. 70% Varianzanteil) widerlegt werden.

5.6 Wenngleich es möglich scheint (aufgrund der Kenntnis von p_1 und p_2) p_e bezüglich der relativen Position befriedigend vorauszusagen, stellt sich die weitergehende Frage, ob dies auf Intervall- bzw. Verhältnisskalenniveau übertragen werden kann. Eine nähere Analyse unserer p-Werte zeigt, daß unter Nichtberücksichtigung des Vorzeichens der Differenz $p_e - p_t$ im Mittel p_e von p_t um 67,7% abweicht. Dieser Wert reduziert sich allerdings bei Berücksichtigung der Richtung der Abweichung auf 15%. Im Mittel wird aufgrund des Modells eher ein zu hoher p_t-Wert vorausgesagt ($\bar{p}_{diff} = -0{,}045$). Im Zusammenhang mit der Umsetzung unserer Ergebnisse auf die

Programmkonstruktion im Rahmen von Formaldidaktiken können die Abweichungen $p_e > p_t$ außer acht gelassen werden, da hier lediglich Überlernen stattfinden würde. Es müßte nur die mittlere negative Abweichung ($p_t > p_e$) berücksichtigt werden, d.h. von der theoretisch vorausgesagten Superierungswahrscheinlichkeit p_t abgezogen werden, um so zu einer angemessenen Wiederholungszahl definierter Lernschritte zu gelangen. Zusammenfassend meinen wir jedoch festhalten zu müssen, daß die *numerische Voraussagegenauigkeit* unseres Modells noch unzureichend ist.

5.7 Über die multiplikative Verknüpfung $p_1 \cdot p_2$ (vgl. Formel (3)) konnte zwar eine positionale Voraussage getroffen werden, welche der von $\sqrt{p_1^2 + p_2^2}$ entspricht, da jedoch hier auch nicht mehr annähernd eine numerische Angleichung von p_e und p_t erreicht werden kann, ist der Verrechnungseinheit $\sqrt{p_1^2 + p_2^2}$ der Vorzug zu geben.

5.8 Wir haben den Fall, daß in der Gleichung (2) ein Faktor Null wird, für die konkreten Begriffe unseres Versuchs überprüft, indem wir diese Fälle in die Verrechnung einbezogen und gelangten dabei zu einer mittleren Korrelation von 0,45. Aufgrund des relativ großen N ist der Vertrauensbereich relativ eng, der Unterschied zur mittleren Korrelation für p_{t_1} (0,73) ist signifikant auf dem 5%-Niveau. Anders: Werden die oben näher bezeichneten Grenzfälle in das Modell aufgenommen, reduziert sich dessen Voraussagegenauigkeit in signifikantem Ausmaß.

5.9 Ein direkter Einbezug der oben berichteten Befunde in informationspsychologische Modellvorstellungen setzt eine Umsetzung der von uns verwendeten Maßzahlen in bit voraus. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß in weiterführenden Einzelversuchen als Verrechnungseinheit eine Verknüpfung von p und t (= Zeit in sec) eingeführt werden sollte, da solchermaßen möglicherweise eine weitere Erhöhung der Voraussagegenauigkeit von p_t erreicht werden kann. Weiter sollte der hier vorgetragene Ansatz auf die Superierung über mehrere Begriffe erweitert werden.

6. *Zusammenfassung*

Im Zusammenhang mit der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten der Superierung wurde versucht, modelltheoretische Varianten der Superierung durch Klassenbildung empirisch zu verifizieren. Es ist gelungen, aufgrund der Assoziationswahrscheinlichkeiten p_1 und p_2 über einen theoretischen Wert p_t zu einer befriedigenden Voraussage bezüglich p_e (empirische Superierungswahrscheinlichkeit) bezüglich deren *relativen Position* zu gelangen. Dabei zeigte es sich, daß die Voraussagemöglichkeit für *konkrete* und *abstrakte* Begriffe gleichermaßen gilt. Die Voraussagegenauigkeit des Modells ist umso geringer, je *heterogener* die verbundenen Begriffe sind. Eine über Positionsvoraussagen hinausreichende *numerische* Angleichung von p_t und p_e ist nicht gelungen, zumindest muß hier von einer beträchtlichen Fehlervarianz ausgegangen werden. Es erscheint jedoch möglich, durch Einbezug weiterer Variablen die Voraussagegenauigkeit des Modells zu verfeinern und solchermaßen auch zu einer akzeptablen numerischen Voraussagegenauigkeit zu gelangen.

Schrifttum

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, Band 2, Baden-Baden: Agis 1969

Mittenecker, Erich: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Wien: Deuticke 1970

Ulrich, Helmut: Ansatz zur Messung von Merkmalsprofilen bei der Superierung durch Klassenbildung. In: Bericht über das 6. Werkstattgespräch der Arbeitsgruppe Kybernetik der GPI. Zusammengestellt von E. Pietsch, Berlin 1975

v. Cube, Felix: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Stuttgart: Klett 1965

Walter, Hellmuth: Experimentelle Analyse alternativer Ansätze zur Messung der Superierung durch Klassenbildung. In: Kybernetik und Bildung, 1976, im Druck

Eingegangen am 25. April 1975

Anschrift des Verfassers:

Dr. Walter, Am Stadtpark 20, 8000 München 60

Mitteilungen

Hinweis: Diesem Heft liegt die 4. Ausgabe der internationalen Knapptextbeilage „Homo kaj Informo" sowie eine kurzgefaßte Grammatik der Plansprache Ido bei.

Veranstaltungen

Die GPI veranstaltet – wie bereits berichtet – ihr 14. Symposion über Programmierte Instruktion und Mediendidaktik (in Zusammenarbeit mit dem Erziehungswissenschaftlichen Fachbereich der Universität Hamburg) vom 31. März bis 3. April 1976 in Hamburg in den Räumen der Universität, Von-Melle-Park 8.

Die Eröffnungsansprache wird der Hamburger Schulsenator Günter Apel halten: Bildungstechnologie und Bildungspolitik.

Das Programm umfaßt u.a.:

Plenarveranstaltungen zum Rahmenthema „Bilanz und Perspektive der Bildungstechnologie". Darstellung von Stand und Entwicklungsrichtung der Bildungstechnologie im skandinavischen, englischsprachigen und osteuropäischen Raum. Kritik, Bewertung und Perspektiven der Bildungstechnologie in den Bereichen „Grundausbildung/Allgemeinbildendes Schulwesen" und „Erwachsenenbildung/Berufliche Aus- und Weiterbildung".

Das abschließende Referat wird die Hamburger Bundestagsabgeordnete und liberale Bildungspolitikerin Frau Helga Schuchardt halten.

Anmeldung und Teilnahme:

Mitglieder der GPI zahlen	DM 45,–
Nichtmitglieder	DM 70,–
Studenten	DM 25,–

Das ausführliche Tagungsprogramm ist über die Geschäftsstelle der GPI erhältlich.

Anmeldung und Auskunft: Gesellschaft für Programmierte Instruktion und Mediendidaktik e.V., c/o Institut für Kybernetik, Pädagogische Hochschule, Malteserstr. 74–100, 1000 Berlin 46, Tel. (0 30) 7 79 22 84/4 26.

Vom 16.–21. August 1976 findet in Karlsruhe der 3. Internationale Kongreß über Mathematikunterricht statt. Der Kongreß wird von der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission (IMUK) und vom Deutschen Unterausschuß der IMUK veranstaltet. Kongreßsprachen sind neben Deutsch auch Englisch, Französisch und Russisch.

Kongreßleitung in Karlsruhe: Prof. Dr. H. Kunle.

Interessenten werden gebeten, sich direkt an die örtliche Kongreßleitung „3. Internationaler Kongreß über Mathematikunterricht 1976", Kaiserstraße 12, D-7500 Karlsruhe, Universität, zu wenden.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten, für die Aufnahme in die internationale Knapptextbeilage „Homo kaj Informo" eine knappe, aber die wichtigsten neuen Ergebnisse des Beitrags für Fachleute verständlich wiedergebende Zusammenfassung (Umfang maximal 200 Wörter) in Internationaler, notfalls deutscher Sprache beizufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit soll angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden. Im übrigen wird auf die „Mindestgütekriterien für kybernetisch-pädagogische Originalarbeiten in deutscher Sprache" (abgedruckt u. a. in „Kybernetik und Bildung I", Verlagsgemeinschaft Schroedel/Schöningh, Hannover und Paderborn 1975) verwiesen, die von Schriftleitung und Herausgebern der Beurteilung der eingereichten Manuskripte sinngemäß zugrundegelegt werden.